



Centro Universitário de Brasília – UNICEUB
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia – FAET
Curso de Engenharia da Computação
Disciplina: Projeto Final
Prof. Francisco Javier

SISTEMA DE CONTROLE E SUPERVISÃO DE BOMBAS DE RECALQUE DE ÁGUA PARA EDIFÍCIO RESIDENCIAL

**Aluna: Maria de Lourdes Prado Ferreira Teixeira
RA 2043475/9**

Professor Orientador: José Julimá Bezerra Júnior

Brasília – DF

Dezembro de 2007

MARIA DE LOURDES PRADO FERREIRA TEIXEIRA

**SISTEMA DE CONTROLE E SUPERVISÃO DE BOMBAS
DE RECALQUE DE ÁGUA PARA EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

Monografia apresentada à banca examinadora para conclusão do curso e obtenção do título e bacharel em Engenharia da Computação do Centro Universitário de Brasília – UniCeub.

**Brasília – DF
Dezembro de 2007**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meu professor orientador, José Julimá Bezerra Júnior, pelo ensinamento a mim transmitido. A meu marido, Cícero Marcos Teixeira que sempre foi complacente com a minha dedicação na caminhada acadêmica e finalmente, a meu filho, Gustavo Prado Teixeira que sempre me apoiou e compreendeu a minha ausência neste período. O meu muito obrigado a todos.

RESUMO

O projeto desenvolvido visa supervisionar e controlar bombas de água de recalque de edifícios residenciais. Um protótipo visando simular as instalações dos sinais de campo foi construído. O acionamento das bombas, os contatos de níveis e a chave seletora de comando Local/Remoto são exemplos de sinais de campo. Estes foram aquisitados por um Controlador Lógico Programável (CLP) e convertidos em sinais digitais e enviados via rede serial ao Sistema Supervisório Elipse - SCADA, instalado numa Unidade de Processamento e Controle (CPU) com o respectivo monitor e teclado. Esta Estação de Operação (EO) (computador) é a responsável por todo comando e supervisão dos sinais habilitados.

A pesquisa e a implementação do modelo físico fazem parte do trabalho proposto.

Palavras-Chave: Automação, Controlador Lógico Programável (CLP), Software Elipse-SCADA, Controladores de Níveis, Rede Serial, Motores, Bombas, Chave Seletora Local/Remoto, Arquitetura do Sistema, Reservatório, Estação de Operação (EO) e Quadro de Comando Local (QCL).

ABSTRACT

The project aims to monitor and control developed pumps water from recalque of residential buildings. A prototype aimed simulate the installations of the signs of field was built. The trigger the bombs, the contacts of levels of command and the key picker Local / Remote signs are examples of the field. These were aquisitados by a Programmable Logic Controller (PLC) and converted into digital signals and sent via the network to the serial System Supervisor Elipse - SCADA, installed a Processing and Control Unit (CPU) with the monitor and keyboard. This Station Operation (EO) (computer) is responsible for all command and control of the signals enabled.

The research and implementation of the physical model are part of the proposed work.

Keywords: Automation, Programmable Logic Controller (PLC), Software Elipse - SCADA, controllers of levels, Serial Network, motors, pumps, Key Seletora Local / Remote, System Architecture, Reservoir, Station Operating (EO) and Establishment Local Command (QCL).

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS	IX
LISTA DE TABELAS	XI
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	12
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	12
1.2 - OBJETIVOS DO PROJETO	12
1.3 - ESCOPO DO PROJETO.....	15
CAPÍTULO 2 – DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA	16
2.1- NÍVEL 0 – EQUIPAMENTOS E INSTRUMENTOS DE CAMPO	16
2.1.1 - Reservatório inferior.....	16
2.1.2 - Reservatório superior.....	16
2.1.3 - Sensores de níveis (bóias).....	16
2.1.4 - Motor Elétrico.....	17
2.1.5 - Bombas Hidráulicas.....	18
2.1.6 - Quadro de Comando Local (QCL).....	19
2.2- NÍVEL 1 - EQUIPAMENTOS DE AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS NA SALA DE CONTROLE OU PORTARIA DO PRÉDIO.....	22
2.2.1- Hardware - Controlador Lógico Programável (CLP).....	22
2.2.2 - Software Mastertool.....	22

2.2.3 - Redes / Interligação.....	26
2.3- NÍVEL 2 - PLATAFORMA DE SUPERVISÃO E CONTROLE NA SALA DE CONTROLE OU PORTARIA DO PRÉDIO.....	28
2.3.1 - Descrição do programa supervisorio Elipse-SCADA.....	29
CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO DO PROJETO - IMPLMEN-TAÇÃO E SIMULAÇÃO.....	50
3.1 - IMPLEMENTAÇÃO DO NÍVEL 0 NO PROTOBOARD.....	50
3.2 - IMPLEMENTAÇÃO DO NÍVEL 1	53
3.3 - IMPLEMENTAÇÃO DO NÍVEL 2	59
4 – CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS.....	66
APÊNDICE I	67
APÊNDICE II	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Arquitetura Geral do Sistema.....	14
Figura 2 – Sensores de Nível.....	17
Figura 3 – Motor Elétrico Trifásico.	18
Figura 4 - Bomba Meganorm DN25-DN150 – Para Abastecimento de água,	19
Figura 5 - Bomba Megaline - Para Tratamento de água, Transporte de condensados (produto) e Transporte de águas pluviais.	19
Figura 6 - Quadro de Comando Local – QCL (Tipo Auto Sustentável).....	21
Figura 7 - Linguagens de Programação.....	23
Figura 8 - Painel frontal do CLP PICCOLO - PL104/R da Altus.....	27
Figura 9 - Diagrama em Blocos do CLP PICCOLO - PL104/ R da Altus.....	28
Figura 10 - Controlador Lógico Programável – CLP PICCOLO - PL104/R da Altus. ..	28
Figura 11 - Tela de abertura.....	30
Figura 12 - Tela de Dosagem	31
Figura 13 - Tela de Utilização dos Alarmes Históricos	32
Figura 14 - Tela de Tendência	32
Figura 15 - Receitas	33
Figura 16 - Tela de Batelada.....	34
Figura 17 - Tela de Impressão.....	34
Figura 18 - Tela de inicialização do SCADA.	35
Figura 19 - Tela do Organizador com as propriedades da aplicação.....	38
Figura 20 - Ferramenta AppBrowser.	40

Figura 21 - Referência Cruzada.	40
Figura 22 - Criando um novo tag.	42
Figura 23 - Propriedades do Tag Demo.	43
Figura 24 - Opções de configuração de alarmes para tag's.	45
Figura 25 - Guia Geral no Organizer.	47
Figura 26 - Diagrama de Força e Controle Bombas 1 e 2.	50
Figura 27 - Sinais enviados para o Controlador Lógico Programável (CLP) e Chaves do Protoboard.	52
Figura 28 - Foto do Protoboard.	53
Figura 29 - Tela de Seleção do tipo de CLP.	54
Figura 30 - Tag's de Entradas e saídas	55
Figura 31 - Tag's Auxiliares	56
Figura 32 - Tag's de Memórias.	56
Figura 33 – Diagrama <i>Ladder</i>	58
Figura 34 – Tela da Ferramenta Organizer.	59
Figura 35 – Tela para Criação de Tag's.	60
Figura 36 - Tela para Criação de Telas.	61
Figura 37 - Tela Gerada pelo Software Elipse-SCADA..	62
Figura 38 - Foto do protoboard e CLP, na bancada de testes.	67
Figura 39 - Foto do Controlador Lógico Programável, na bancada de testes.	68
Figura 40 - Foto do software Elipse-SCADA instalado no computador.	68

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

SCADA	- Sistema de Supervisão, Controle e Aquisição de Dados
EO	- Estação de Operação
CLP	- Controlador Lógico Programável
B1	- Bomba 1
B2	- Bomba 2
M1	- Motor 1
M2	- Motor 2
IN	- Corrente nominal
IP	- Corrente de partida
ED/SD	- Entradas e saídas digitais
IHM	- Interface homem máquina
BT-L1	- Botoeira Liga - Bomba 1
BT-D1	- Botoeira Desliga - Bomba 1
BT-L2	- Botoeira Liga - Bomba 2
BT-D2	- Botoeira Desliga - Bomba 2
43L/R	- Chave Seletora de Comando Local/Remoto
RS232	- Protocolo de Comunicação (Portas seriais de PC's)
RS485	- Protocolo de Comunicação (Conversor)
CPU	- Unidade Central de Processamento
52-1	- Disjuntor Geral de Alimentação
52-2	- Disjuntor de Alimentação da Bomba 1

52-3	- Disjuntor de Alimentação da Bomba 2
6-1	- Contator da Bomba 1
6-2	- Contator da Bomba 2
49-1	- Relé Térmico da Bomba 1
49-2	- Relé Térmico da Bomba 2
FF	- Relé de Falta de Fase
LSL	- Nível baixo de água
LSH	- Nível alto de água
FU	- Fusível
BD	- Banco de dados

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comandos Básicos da Linguagem <i>Ladder</i>	25
Tabela 2 - Extensões disponíveis.	36
Tabela 3 - Ferramentas do Organizer.....	39
Tabela 4 - Propriedades do Tag Demo.	44
Tabela 5 - Propriedades de configuração de alarmes para tag's.	45
Tabela 6 - Propriedades Gerais da Tela.	48

.

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 - MOTIVAÇÃO

Constatou-se que em prédios residenciais a alimentação de água potável normalmente utiliza 02 (duas) bombas para recalque (principal e reserva), conforme Figura 1. Estas bombas são utilizadas com finalidade de retirar água do reservatório inferior e levá-la ao reservatório superior, localizado na parte mais alta do condomínio. Considerando que o reservatório inferior está sempre cheio, a bomba 1 (principal) é acionada pela bóia do reservatório superior. A bomba 2 (reserva) fica sem funcionamento até que a bomba 1 apresente defeito. Quando esta apresenta defeito, a bomba 2 passa a operar através de uma chave seletora de comando, instalada no quadro de comando local (QCL). Pelo fato da bomba 2 ter permanecido muito tempo sem funcionar é provável que, quando por defeito na bomba 1, a bomba 2 também apresente defeito por falta de utilização [4].

1.2 - OBJETIVOS DO PROJETO

Diante do problema exposto no parágrafo anterior, este trabalho tem o objetivo de projetar e implementar um sistema automatizado em que a bomba 1 e a bomba 2 funcionem dentro de critérios pré-estabelecidos no software de controle. Os critérios de funcionamento das bombas são definidos pelo usuário do software, e visa tentar garantir um tempo de funcionamento igual para as duas bombas.

O software utilizado neste projeto também tem a função de monitorar o funcionamento do sistema, como o horário de partida e o tempo de funcionamento das bombas. Com este monitoramento consegue-se:

- prever o consumo de água (mensal, semanal, diário);
- programar o melhor horário de parada das bombas para uma manutenção preventiva;
- avaliar o ajuste dos sensores de níveis (bóias) nos reservatórios.

1.3 – MÉTODO DE PESQUISA

O software utilizado é o Sistema Supervisório Elipse – SCADA. Este software é proprietário do fabricante Altus e é comercializado no mercado.

Este software é bastante poderoso, destina-se a supervisionar, comandar e operar digitalmente uma usina elétrica e ou outros sistemas de grande porte. Mas

neste projeto em questão, o software irá controlar e monitorar bombas de recalque de água para edifícios residenciais.

Observa-se na Figura 1, que o Controlador Lógico Programável (CLP) tem como função adquirir os dados dos sinais de campo, tais como acionamento das bombas, contatos de níveis, chave seletora de comando Local/Remoto, e enviá-los ao Sistema Supervisório Elipse-SCADA via rede serial.

Este trabalho se resume a aquisição de dados através de um controlador lógico programável (CLP) e à implementação de um programa no sistema supervisório.

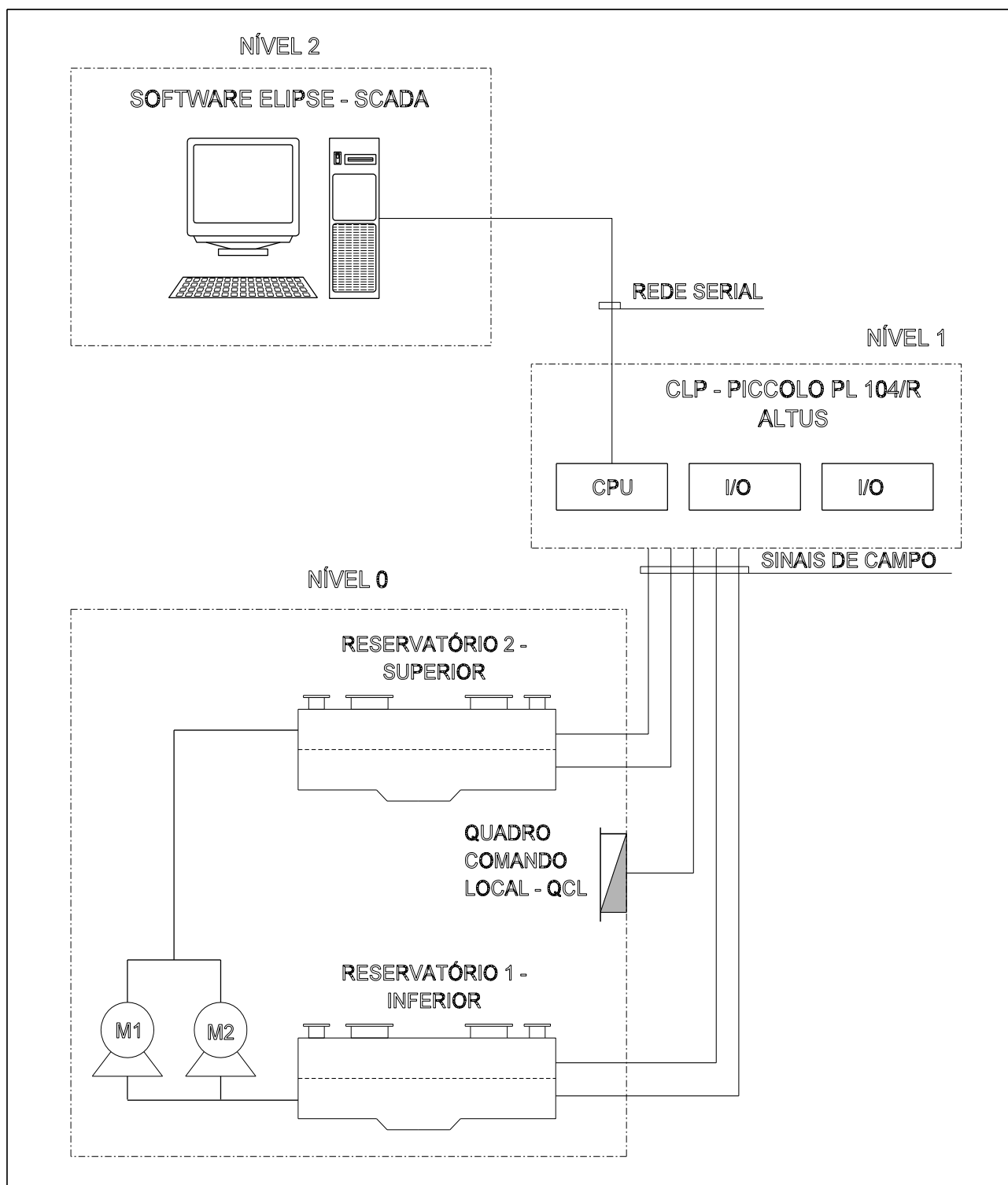


Figura 1 - Arquitetura Geral do Sistema.

1.3 - ESCOPO DO PROJETO

Esta monografia está dividida nos seguintes capítulos:

- **Capítulo 1:** Neste capítulo são descritos a motivação, os objetivos, a metodologia de pesquisa e o escopo do projeto.
- **Capítulo 2:** Neste capítulo é apresentado o funcionamento dos softwares Mastertool para programação do (CLP) e do Sistema Supervisório Elipse – SCADA, e uma descrição geral dos principais equipamentos utilizados neste trabalho.
- **Capítulo 3:** Neste capítulo são descrito os caminhos para a execução, implementação, simulações dos eventos propostos no projeto e resultados obtidos;
- **Capítulo 4:** Neste capítulo são apresentados os comentários finais, dificuldades encontradas e propostas para projetos futuros.

CAPÍTULO 2 – DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA

Para facilidade de projeto e identificação dos componentes do sistema, a Arquitetura do Sistema foi dividida em três níveis, conforme Figura 1:

- Nível 0 – Equipamentos e instrumentos de campo;
- Nível 1 - Equipamentos de aquisição e processamento de dados na sala de controle ou portaria do prédio;
- Nível 2 - Plataforma de supervisão e controle na sala de controle ou portaria do prédio.

2.1- NÍVEL 0 – EQUIPAMENTOS E INSTRUMENTOS DE CAMPO

Vale ressaltar que não é objetivo deste trabalho dimensionar os equipamentos e componentes utilizados no nível 0, os valores citados são apenas dados do problema.

A seguir serão dadas algumas explicações superficiais, porém suficientes para compreensão dos equipamentos, instrumentos e componentes utilizados neste nível:

2.1.1 - Reservatório inferior

É o principal, ele recebe a água da rede externa, e é normalmente instalado na garagem do prédio, seu controle é monitorado através de sensores de níveis (bóias).

Para o reservatório inferior foi previsto um nível baixo (para inibir o acionamento da bomba, evitando assim que ela seja ligada sem ter água no reservatório inferior) e outro nível alto (para evitar que o reservatório transborde).

2.1.2 - Reservatório superior

É o secundário, é ele que distribui a água para os condôminos, e está instalado na parte mais alta do prédio, normalmente na cobertura;

Para o reservatório superior foi previsto uma bóia de nível baixo (liga a bomba) e outra de nível alto (desliga a bomba).

2.1.3 - Sensores de níveis (bóias)

- Definição: os sensores de níveis são utilizados nos mais diversos processos industriais, para diferentes funções como sinalização, tanto sonora como visual de

níveis pré-determinados, como também, para automação de processos que requerem grande precisão.

- Instalação: podem ser instalados em pequenos espaços, devido a seu tamanho reduzido e facilidade na instalação. São fabricados sob medida conforme as especificações exigidas, levando-se em conta compatibilidades químicas e térmicas dos fluídos ou líquidos de processo.

- Funcionamento: o sistema de funcionamento é simples um Reed Switch que é acionado magneticamente por um ímã localizado no interior do flutuador, que faz fechamento/abertura do contato, ou seja, muda o estado físico do Reed que, quando for NA (normalmente aberto) o flutuador ao estar sobre o Reed ficará NF (normalmente fechado) e vice-versa.

- Esse princípio de funcionamento e a alta qualidade presente nos materiais dos sensores, garantem a ele um produto de extrema confiança. Segue na Figura 2 [11], algumas referências de sensores de nível.



Figura 2 – Sensores de Nível.

2.1.4 - Motor Elétrico

- Motor 1 (M1): é o motor 1, é ele que faz com que a bomba B1 seja acionada;
- Motor 2 (M2): é o motor 2, é ele que faz com que a bomba B2 seja acionada;

- Definição de motor: um motor elétrico é uma máquina capaz de transformar energia elétrica em energia mecânica, utilizando normalmente o princípio da reação entre dois campos magnéticos [5]. A Figura 3 [7], exemplifica um motor trifásico.



Figura 3 – Motor Elétrico Trifásico.

2.1.5 - Bombas Hidráulicas

- Bomba (B1): A bomba 1 é acionada pelo motor elétrico 1.
- Bomba 2 (B2): A bomba 2 é acionada pelo motor elétrico 2.

-Definição: as bombas hidráulicas são os elementos responsáveis pelo fornecimento de energia ao sistema hidráulico. Em geral, elas são dispositivos que transformam energia mecânica rotacional em energia hidráulica, ou seja, pressão e vazão de um fluido hidráulico.

- Características operacionais: para garantir um funcionamento ininterrupto destas bombas por um bom período de tempo e para também garantir condições adequadas para o fluido que passa pelas bombas, uma série de recomendações operacionais devem ser seguidas. Estas condições operacionais são específicas para cada tipo de bomba e entre estas, destacam-se as condições de partida, rotação mínima e máxima, presença de ar/cavitação, faixa de temperatura, faixa de viscosidade e filtragem. Na Figura 4 [7], exemplifica bombas para abastecimento de água, drenagem e irrigação e na Figura 5 [7], bombas para tratamento de água, transporte de condensados e transporte de águas pluviais.

Figura 4 - Bomba Meganorm DN25-DN150 – Para Abastecimento de água, Drenagem e Irrigação.

Figura 5 - Bomba Megaline - Para Tratamento de água, Transporte de condensados (produto) e Transporte de águas pluviais.

2.1.6 - Quadro de Comando Local (QCL)

Este quadro é construído em chapa de aço, normalizada, tratada, com fabricação seriada por ferramental apropriado, são normalmente do tipo "sobrepôr" e é nele onde se concentra o comando e controle local das bombas [8] e [9].

Seus principais componentes são:

- Placa de montagem em chapa de aço monobloco, com tratamento superficial anti-corrosivo, para a fixação dos componentes;

- Os condutores que estão devidamente identificados por meio de anilhas e distribuídos em canaletas;

- Chave Seccionadora ou disjuntor: em todos os casos onde haja mais de um motor, haverá uma chave seccionadora ou disjuntor geral, de acionamento interno, para permitir a desenergização dos circuitos para uma manutenção segura. A chave é dimensionada com base na maior potência possível de ser colocada à disposição;

- Fusíveis Principais: todos os motores possuem proteção contra correntes de curto-circuito através dos fusíveis correspondentes. Para dimensionamento dos fusíveis levam-se em conta as seguintes características relativas ao motor:

- Tempo de aceleração (partida) máximo: 5s;
- Relação IP/ IN máxima: 8;
- Categoria de utilização: AC-3;
- Tipo indução (gaiola);
- Partida livre (não em carga).

- Fusíveis de Comando: o Circuito de comando possui fusíveis exclusivos para proteção contra curto-circuito.]

- Contatores: o acionamento dos motores dar-se-á através de contatores dimensionados de acordo com a potência nominal dos mesmos. Foram considerados diversos contatos auxiliares para a execução das funções necessárias de comando e sinalização, de forma independente [1] e [3].

- Relé térmico ou relé de sobrecarga: os motores possuem proteção contra correntes de sobrecarga através dos relés térmicos (bi-metálicos) correspondentes. Deverão ser ajustados de acordo com a corrente nominal - IN e fator de serviço do motor.

- Régua de bornes (Ligações externas): todas as ligações externas, inclusive a alimentação do quadro (QCL), deverão ser feitas através da régua de bornes, seguindo as orientações do esquema elétrico correspondente.

- O condutor de proteção (aterramento) do circuito de alimentação deverá ser ligado diretamente à barra de aterramento.

- Chave seletora: a opção de seleção para local/remoto, será realizada através da chave seletora (43L/R), instalada na porta do quadro (QCL), com ação direta sobre o circuito de comando, tornando segura sua operação.

- Desta forma, por ocasião de um problema qualquer na bomba1 é possível, de imediato, colocar em operação a bomba 2, com o simples acionamento da chave seletora correspondente.

- Para verificação do sentido de giro (rotação) e também para procedimentos de testes, a opção local/remoto poderá ser desejada. Para tanto se coloca a chave seletora na posição "local" e através das botoeiras "liga/desliga" efetua-se o acionamento local manual da bomba. Encerrados os testes e as verificações desejadas, passa-se a chave seletora para a posição "remota".

- Sinalização: cada motor (bomba) possui 2 (duas) lâmpadas sinalizadoras no quadro (QCL), 1 (uma) lâmpada verde que indica, "bomba desligada" e 1 (uma) vermelha, indica que o "bomba ligada".

A Figura 6 [9], mostra um tipo de quadro de comando local.



Figura 6 - Quadro de Comando Local – QCL (Tipo Auto Sustentável).

2.2- NÍVEL 1 - EQUIPAMENTOS DE AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS NA SALA DE CONTROLE OU PORTARIA DO PRÉDIO

Nesta sala estarão instalados os seguintes componentes:

2.2.1- Hardware - Controlador Lógico Programável (CLP)

O controlador lógico programável, utilizado no projeto é o Piccolo - PL104/R da Altus.

A série Piccolo de CLP's, da Altus aplica-se a pequenas automações, onde o tamanho, custo e alta operacionalidade são itens fundamentais. Disponível em um gabinete de reduzidas dimensões com processador e E/S integrados, a série atende a aplicações de controle de seqüenciamento e intertravamento de pequenas máquinas, processos de batelada e supervisão [10].

Até três canais de comunicação facilitam a conexão simultânea de IHM's, terminais de programação e rede de supervisão com facilidades do tipo comunicação com protocolo MODBUS-RTU. Expansões analógicas programáveis por software e com 12 (doze) bits de resolução junto a instruções PID e aritmética de ponto flutuante, tornam a Série Piccolo solução ideal para aplicações exigentes nas áreas de controle de processos, pequenos sistemas SCADA e utilização como remota conectada a rádio enlace.

2.2.2 - Software Mastertool

O *software MasterTool Programming*, destina-se a configuração e programação dos Controladores Lógicos Programáveis, Altus.

Utiliza-se dos recursos fornecidos pelo ambiente *Windows* para oferecer uma interface homem-máquina poderosa, aliada a múltiplos recursos para tratamento de dados, com uma Linguagem Estruturada de Relés e Blocos, Programação por TAG's e "On-line".

a) Linguagens de Programação

A norma internacional IEC-11313 define quatro linguagens de programação para (CLP), sendo duas textuais e duas gráficas:

Textuais:

- Lista de Instruções, IL (*Instruction List*)
- Texto Estruturado, ST (*Structured Text*)

Gráficas:

- Diagrama *Ladder*, LD (*Ladder Diagram*)
- Diagrama de Blocos Funcionais, FBD (*Function Block Diagram*)

A Figura 7 [12], ilustra uma mesma lógica de programa representada pelas quatro linguagens. A seleção a linguagem de programação a ser empregada depende:

- da formação do programador;
- do problema a resolver;
- do nível da descrição do problema;
- da estrutura do sistema de controle;
- da interface com outras pessoas / departamentos.

Ladder tem sua origem nos EUA. É baseada na representação gráfica da lógica de relés.

Lista de Instruções de origem européia, é uma linguagem textual, se assemelha ao *assembler*.

Blocos Funcionais é muito usada na indústria de processos. Expressa o comportamento de funções, blocos funcionais e programas como um conjunto de blocos gráficos interligados, como nos diagramas de circuitos eletrônicos. Se parece com um sistema em termos do fluxo de sinais entre elementos de processamento.

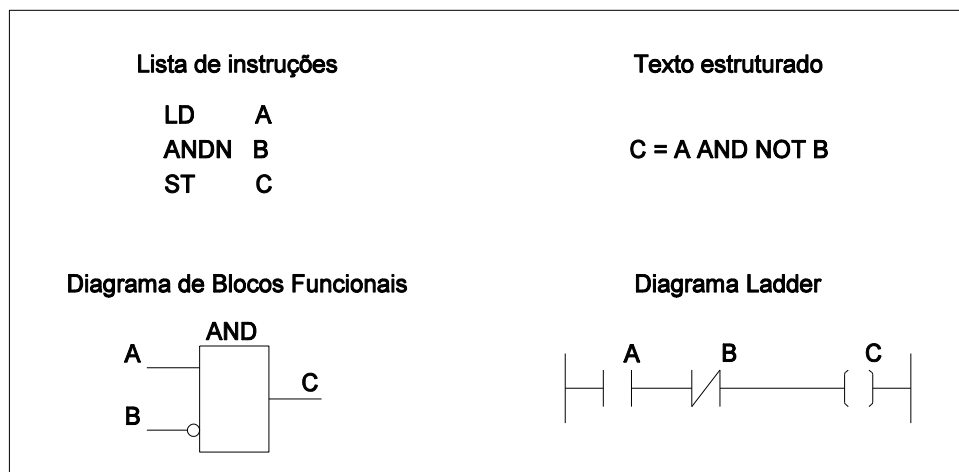


Figura 7 - Linguagens de Programação.

b) Linguagem de Diagramas de Contados (*ladder*)






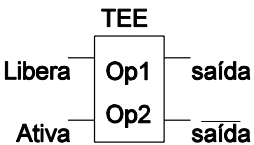
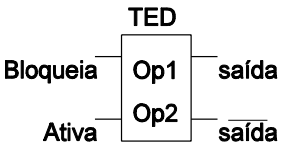
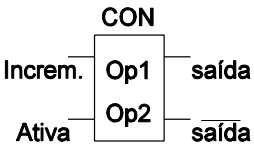
Esta é a linguagem favorita dos técnicos com formação na área industrial por mais se assemelhar aos circuitos de relés, consiste numa linguagem bastante intuitiva de fácil interpretação apresentando, no entanto, limitações para sua utilização em programas extensos ou com lógicas mais complexas. Na tabela abaixo mostra os comandos básicos da Linguagem *Ladder*.

Aplicações embora sejam bastante variadas as aplicações dos CLP que podem ser representadas facilmente através da linguagem *Ladder*, as de representação mais direta são aquelas relacionadas ao acionamento de máquinas elétricas através de circuitos de comando e força.

Na representação *ladder* existe uma linha vertical de energização a esquerda e outra linha a direita. Entre estas duas linhas existe a matriz de programação formada por xy células, dispostas em x linhas e y colunas. Cada conjunto de células é chamado de uma lógica do programa aplicativo. As duas linhas laterais da lógica representam barras de energia entre as quais são colocadas as instruções a serem executadas. As instruções podem ser contatos, bobinas, temporizadores, etc.

A Tabela 1[12], mostra os comandos básicos da Linguagem *Ladder*.

Tabela 1 - Comandos Básicos da Linguagem *Ladder*.

Símbolo	Descrição
	Contato Normalmente Aberto (NA): pode estar associado a uma entrada digital do controlador ou mesmo a um contato auxiliar, no caso de ser uma entrada (p.ex. NA de uma botoeira) será acionado modificando o seu estado sempre que esta entrada for acionada. Da mesma forma, se for um contato auxiliar, será acionado sempre que a bobina associada a esta variável for energizada.
	Contato Normalmente Fechado (NF): da mesma forma que o NA, pode estar associado a uma entrada digital ou a um contato auxiliar.
	Bobina Simples (BOB): sempre que for acionada altera o estado de todos os elementos associados a ela, abrindo contatos fechados e fechando os abertos, atua enquanto for mantida a energização.
	Bobina Liga (BBL): sempre que for acionada altera o estado de todos os elementos associados a ela, abrindo contatos fechados e fechando os abertos.
	Bobina Desliga (BBD): sempre que for acionada força o retorno ao estado original de todos os elementos associados a ela.
	Temporizador na Energização (TEE): Realiza contagem de tempo com a energização de suas entradas. O operando Op1 é a memória acumuladora de tempo e Op2 é o tempo limite (décimos de segundo). Sempre que as entradas Libera e Ativa estiverem energizadas começa a contagem. Se Libera for desenergizada a contagem é interrompida e se Ativa for desenergizada Op1 é zerado. Quando a contagem de Op1 atingir o limite de Op2 a saída é energizada.
	Temporizador na Desenergização (TED): Semelhante ao TEE, realiza contagem de tempo, porém, com a energização de sua entrada Bloqueia. Se Bloqueia for energizada a contagem é interrompida e se Ativa for desenergizada Op1 é zerado.
	Contador Simples (CON): Realiza contagens simples, uma unidade a cada acionamento. O operando Op1 é a memória acumuladora unidades e Op2 é o número limite. Sempre que as entradas Incrementa e Ativa estiverem energizadas começa a contagem. Se Ativa for desenergizada Op1 é zerado. Quando Op1 = Op2, a saída é acionada.

As especificações do (CLP), estão descritas abaixo e conforme Figuras 8 e 9 [10]:

2.2.3 - Redes / Interligação

Interface de comunicação: RS-232C e RS-485 e Rede: ALNET-I;

a) Conexão com IHM's:

- Série Foton de IHM Altus;
- SCADAs diversos;
- Demais IHM's com interface ALNET-I.

b) Conexão em Rede ALNET-I:

- Supervisão;
- Controle;
- Manutenção;
- Integração de fábrica.

c) PL104 /R é constituído de:

- 16 Entradas digitais +16 Saídas digitais;
- 2 E/S analógicas;
- 2 contadores;
- 3 canais;
- RS-232C/RS-485.

d) CPU e composta de:

- *Clock*: 15 MHz;
- *Led's* de estado da UCP;
- Circuito "*Watch dog Timer*";
- 16/32K RAM e 16/32K E2PROM.

e) Alimentação dos pontos de E/S:

- Entradas: 24Vcc;
- Saídas: Relé;
- Pontos Analógicos (E/S configurável);
- Entrada de contagem rápida (até 10kHz);
- Expansível até 132 E/S.

f) Interface:

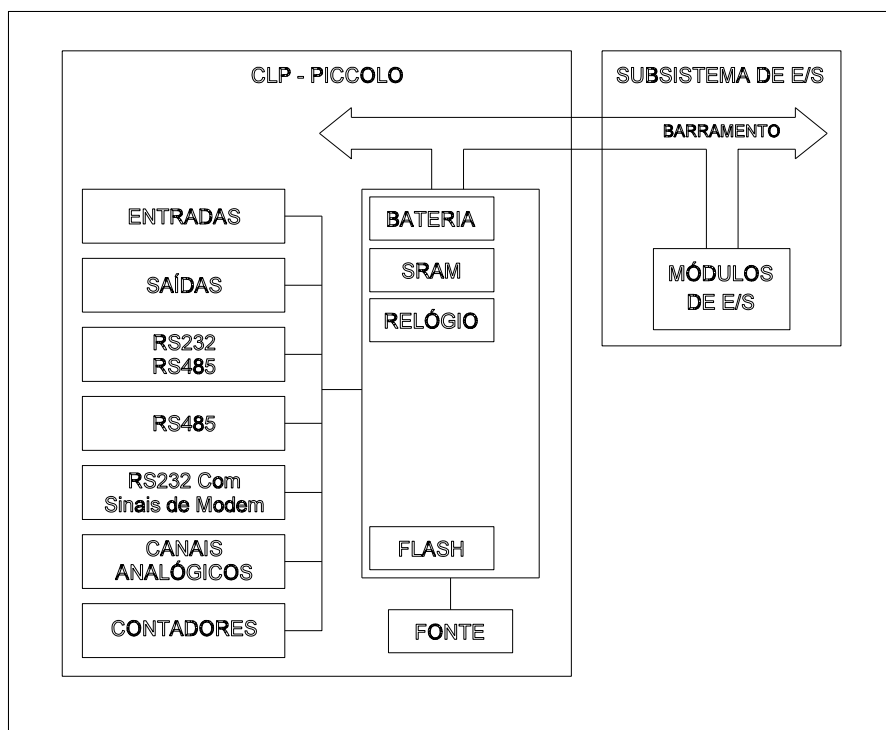


Figura 9 - Diagrama em Blocos do CLP PICCOLO - PL104/ R da Altus.



Figura 10 - Controlador Lógico Programável – CLP PICCOLO - PL104/R da Altus.

2.3- NÍVEL 2 - PLATAFORMA DE SUPERVISÃO E CONTROLE NA SALA DE CONTROLE OU PORTARIA DO PRÉDIO

Neste nível está o Software Elipse-SCADA instalado no note book, onde todo o controle e supervisão das bombas serão realizados - Estação de Operação (EO). Ver Figura 40 [14] no Apêndice I.

2.3.1 - Descrição do programa supervisor Elipse-SCADA

a) Introdução:

O Elipse-SCADA alia alto desempenho e grande versatilidade representados em seus diversos recursos que facilitam e agilizam a tarefa de desenvolvimento de sua aplicação. Totalmente configurável pelo usuário, permite a monitoração de variáveis em tempo real, através de gráficos e objetos que estão relacionados com as variáveis físicas de campo. Também é possível fazer acionamentos e enviar ou receber informações para equipamentos de aquisição de dados. Além disso, através de sua exclusiva linguagem de programação, o Elipse Basic, é possível automatizar diversas tarefas a fim de atender as necessidades específicas de sua empresa [6].

b) Módulos de operação:

O Elipse-SCADA possui três módulos para sua operação: Configurador, Runtime e Master. O módulo ativo é definido a partir de um dispositivo de proteção (*hardkey*) que é acoplado ao computador. Enquanto que os módulos Configurador e Master foram especialmente desenvolvidos para a criação e o desenvolvimento de aplicativos, o módulo Runtime permite apenas a execução destes.

Neste módulo, não é possível qualquer alteração no aplicativo por parte do usuário. Na ausência do *hardkey*, o software pode ainda ser executado em modo Demonstração. Como não necessita do *hardkey*, o modo Demo pode ser utilizado para a avaliação do software. Ele possui todos os recursos existentes no módulo Configurador, com exceção de que trabalha com um máximo de 20 tag's (variáveis de processo) e permite a comunicação com equipamentos de aquisição de dados por até 10 minutos. Neste modo, o software pode ser livremente reproduzido e distribuído. Os módulos Runtime e Master estão também disponíveis em versões Lite que possuem as mesmas características, porém são limitadas em número de tag's (variáveis): Lite 75 com 75 tag's e Lite 300 com 300 tag's.

c) Plug-ins:

Plug-ins são ferramentas adicionais que permitem a expansão dos recursos do Elipse-SCADA, acrescentando funcionalidades no software. Eles podem ser adquiridos separadamente e trabalham em conjunto com qualquer versão do software.

d) Programação (exemplo):

Apresentamos como exemplo um estudo de caso que simula uma aplicação real de um sistema de supervisão e controle, conforme Figura 11.

O sistema em questão apresenta um sinótico de uma fábrica de balas, exemplificando vários aspectos e recursos disponíveis no Elise-SCADA.



Figura 11 - Tela de abertura

Para a produção, são necessários 4 produtos básicos: água, xarope, glucose e açúcar (Figura 12), cujas quantidades serão controladas a cada novo tipo de bala a ser produzida através da utilização de receitas pré-definidas e programadas.

Após a pesagem individual dos produtos, estes são homogeneizados no misturador que por sua vez transfere a mistura para um tanque de estocagem. Esta transferência entre tanques pode ser automática ou controlada pelo acionamento de uma válvula. A partir do tanque de estocagem, a mistura é transferida para os cozinhadores por bombeamento, também controlado pelo aplicativo. O operador do sistema pode, nesta mesma tela, visualizar as temperaturas de cada tanque, controlar a frequência dos motores e abrir ou fechar as válvulas que levam a mistura para os cozinhadores.

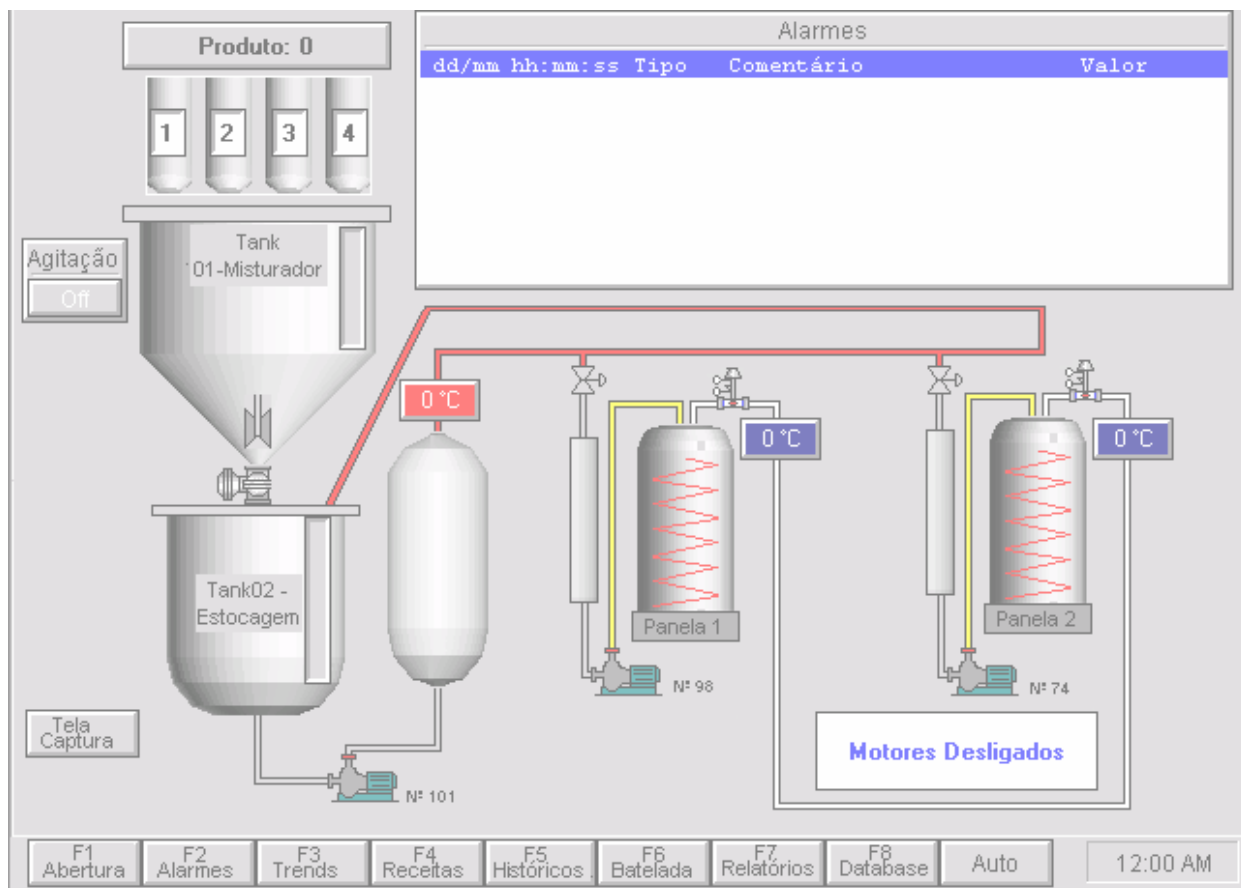


Figura 12 - Tela de Dosagem

O sistema também mostrará condições de alarme (Figura 13) no caso de algum parâmetro ultrapassar os limites estabelecidos (como por exemplo, um aumento excessivo de temperatura), além de criar gráficos de tendência das temperaturas, geração de base de dados de operação e respectivos relatórios, conforme (Figura 14).

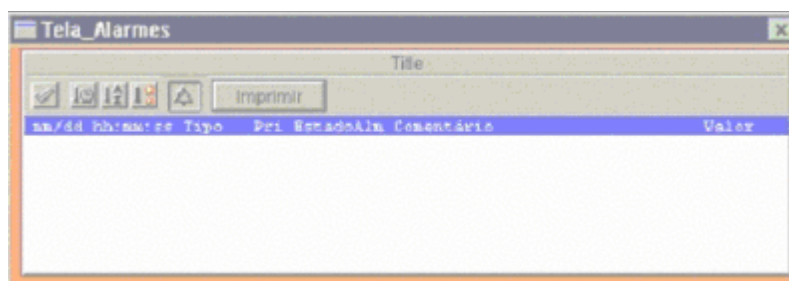


Figura 13 - Tela de Utilização dos Alarmes Históricos

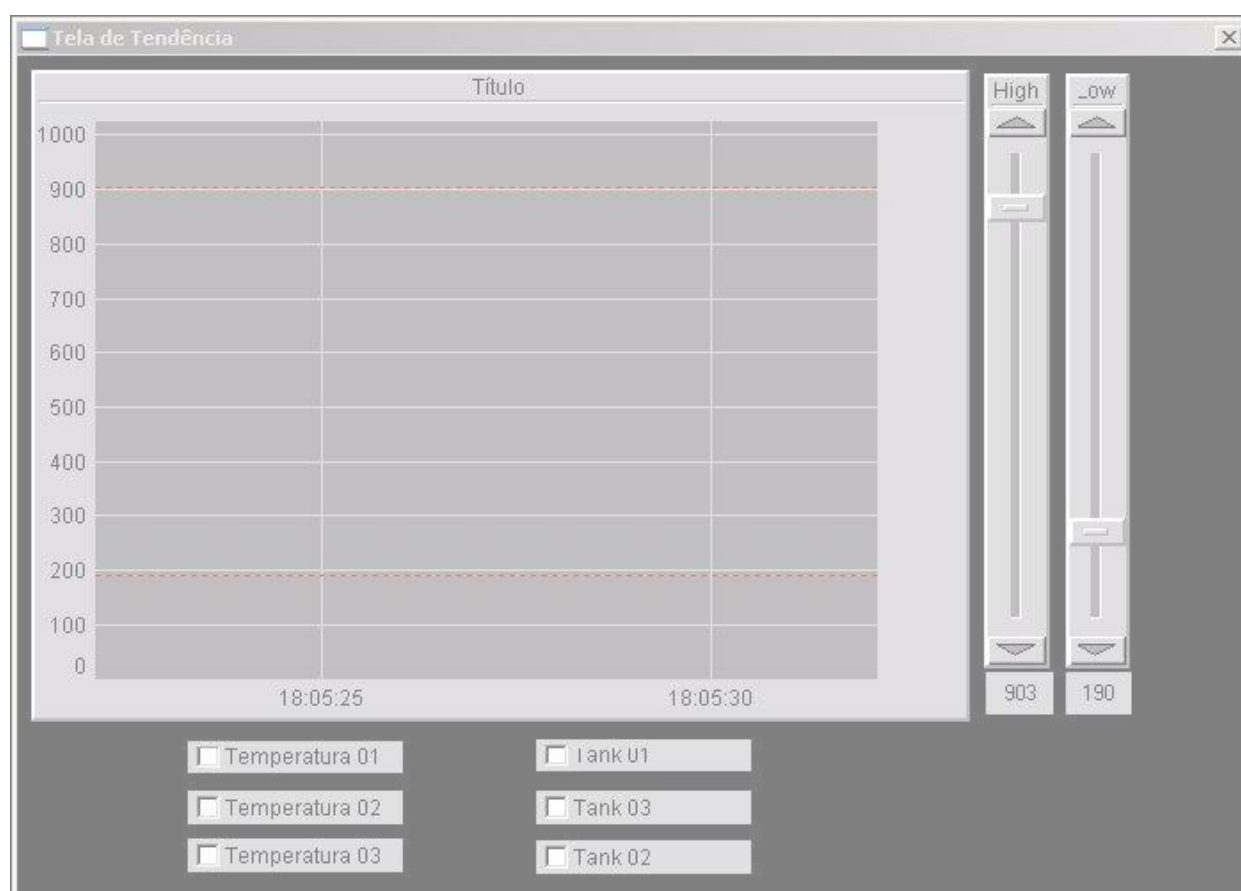


Figura 14 - Tela de Tendência

Através da tela de receitas, podem ser criados novos produtos e editados aqueles já existentes (Figura 15).

Receitas

Código do Produto

0.00000000

Água

0

Açúcar

0

Xarope

0

Glicose

0

Selecionar Receita

Carregar Receita

Criar Nova Receita

Deletar Receita

Editar Receita

Salvar Receita

Figura 15 - Receitas

Finalmente, um procedimento de consulta dos processos de batelada (Figura 16), que permite consulta, visualização e impressão dos dados de histórico (Figura 17).

1. INICIANDO O SCADA

Após proceder com a instalação do software, você terá em sua máquina um grupo de programas chamado Elipse SCADA com os ícones para chamar o sistema.

Para iniciar o Elipse SCADA, faça isso:

- Clique no botão Iniciar (*Start*) na barra de tarefas do Windows.
- Selecione Programas (*Programs*), Elipse SCADA e Elipse SCADA novamente.
- Você terá uma tela parecida com a Figura 18.

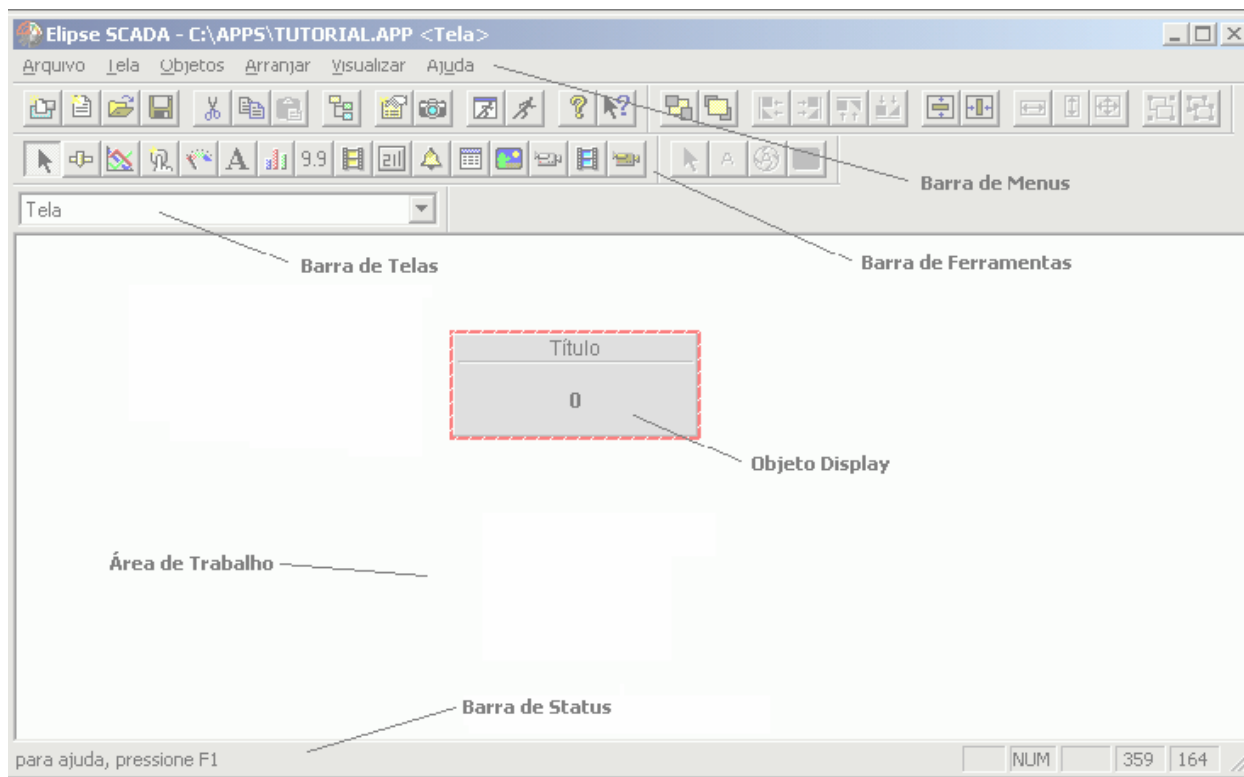


Figura 18 - Tela de inicialização do SCADA.

Na Figura acima, podemos ver alguns elementos importantes da interface do Elipse-SCADA:

- **Barra de Ferramentas:** apresenta botões para fácil acesso às funções do sistema;

- **Barra de Status:** mostra as mensagens do sistema;
- **Área de Trabalho:** área para desenvolvimento da aplicação;
- **Barra de Menus:** para escolha das funções do sistema;
- **Barra de Telas:** para a seleção das tela que se quer trabalhar;
- **Objeto Display:** exemplo de objetos de tela do Elipse-SCADA.

2. CRIANDO A SUA APLICAÇÃO

A criação de uma aplicação é o ponto de partida para montagem de um sistema utilizando o Elipse-SCADA. Em uma aplicação, o usuário reúne todos os elementos necessários para execução das tarefas desejadas. As informações referentes a esta aplicação ficam armazenadas em um arquivo de extensão APP. Para criar uma nova aplicação:

- Escolha no menu Arquivo a opção Nova Aplicação
- No quadro Salvar Aplicação Nova! escolha um nome e o lugar onde a aplicação será salva;
- Além dos arquivos de extensão APP, existem outros gerados e utilizados pelo Elipse-SCADA, conforme tabela 2, abaixo:

Tabela 2 - Extensões disponíveis.

EXTENSÃO	DESCRIÇÃO
.APX	Arquivo de senhas
.BAK	Backup da aplicação
.DAT	Arquivo de históricos
.HDR	Cabeçalhos de arquivos de históricos por batelada
.RCP	Arquivo de receitas
.DLL	Drivers de comunicação
.BMP, .JPG, .GIF	Arquivos de imagens

3. ORGANIZER

A fim de permitir uma visão simples e organizada de toda a aplicação, o Elipse SCADA oferece uma poderosa ferramenta de programação chamada Organizer. A partir do Organizer, você pode desenvolver toda a aplicação simplesmente navegando através de sua estrutura. Essa estrutura pode ser comparada a uma árvore de diretórios. Desta forma, a estrutura da aplicação começa no canto superior esquerdo com a raiz da aplicação. Todos os objetos da aplicação descem a partir da raiz agrupados de acordo com seu tipo: Tag's, Telas, Alarmes, Receitas, Históricos, Relatórios e assim por diante.

Selecionando-se qualquer um de seus ramos, as propriedades do objeto selecionado serão mostradas no lado direito da janela onde poderão ser editadas. Por exemplo, se você selecionar Tag's na árvore do Organizer, poderão ser criados novos tag's e suas propriedades (Figura 19) poderão ser editadas selecionando-se a página desejada a partir das guias no topo da janela. Você pode chamar o Organizer de diversas maneiras:

ou pressionando o botão da barra de ferramentas;

- selecionando a opção Organizer do menu Arquivo ou
- apertando as teclas [Alt+O].

Note que você só pode chamar o Organizer quando houver uma aplicação aberta.

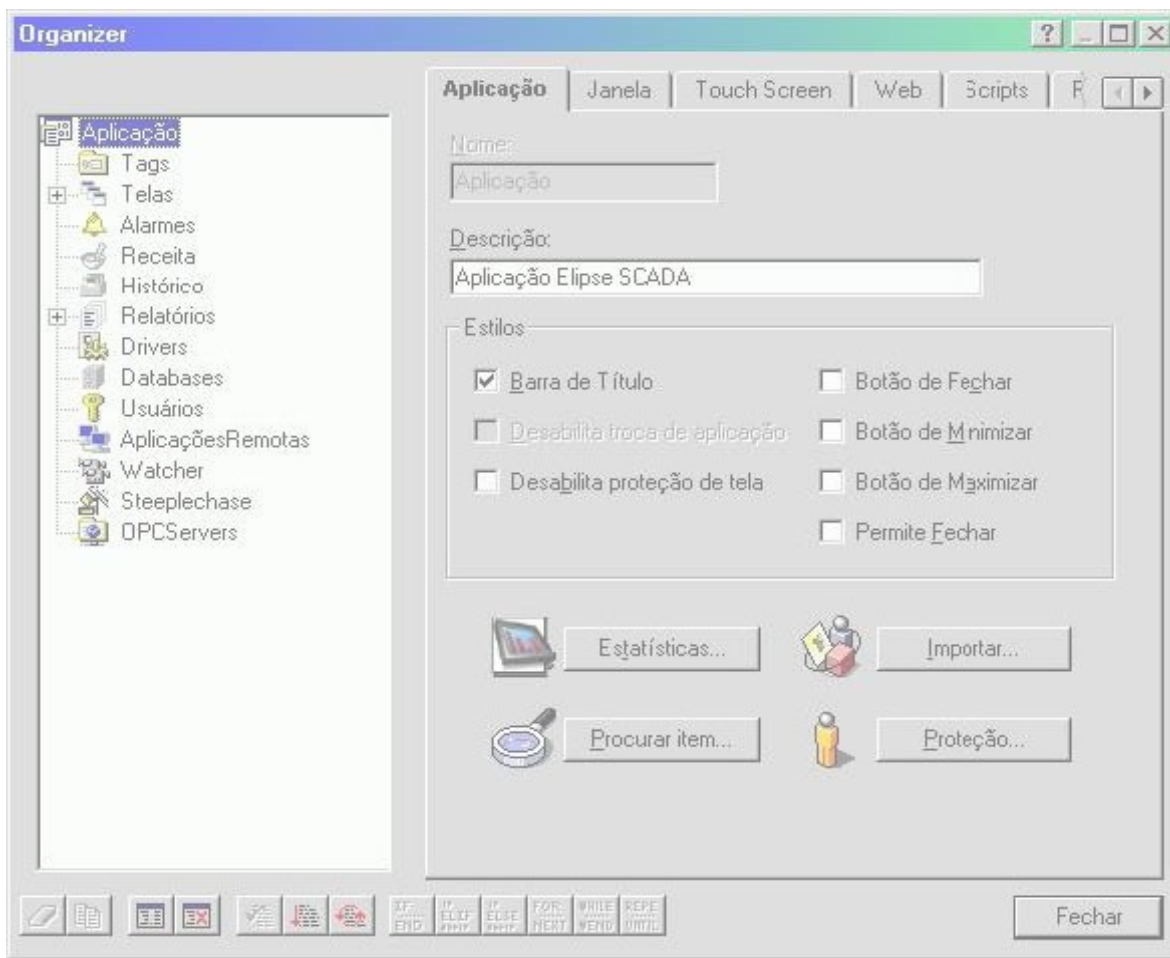


Figura 19 - Tela do Organizer com as propriedades da aplicação.

4. FERRAMENTAS DO ORGANIZER

O Organizer possui um conjunto de ferramentas que permitem realizar determinadas tarefas rapidamente, sem a necessidade da utilização dos menus. Também existem botões que inserem comandos do *Elipse Basic*, facilitando a tarefa de programação de scripts.

Estas ferramentas estão dispostas em uma barra que está localizada na parte inferior da janela do Organizer. Cada botão desta barra é descrito a seguir, na Tabela 3.

Tabela 3 - Ferramentas do Organizer.

COMANDO	COMANDO AÇÃO
Deletar	Apaga um ou mais itens selecionados no Organizer.
Duplicar	Duplica o item selecionado na árvore do Organizer.
AppBrowser	Chama o AppBrowser.
Referência Cruzada	Chama a Referência Cruzada.
Compilar	Compila o script que está sendo editado.
Compilar tudo	Compila todos os scripts que não estão compilados.
Recompilar tudo	Recompila todos os scripts da aplicação, possibilitando ao usuário acessar cada script com um duplo clique. É gerada uma lista dos scripts compilados, mostrando em vermelho os que estão com erro.
If	Insere o comando IF no script selecionado, no ponto onde está o cursor.
Elseif	Insere o comando ELSEIF no script selecionado, no ponto onde está o cursor.
Else	Insere o comando ELSE no script selecionado, no ponto onde está o cursor.
For...Next	Insere o comando FOR...NEXT no script selecionado, no ponto onde está o cursor.
While...Wend	Insere o comando WHILE...WEND (fim de While) no script selecionado, no ponto onde está o cursor.
Repeat...Until	Insere o comando REPEAT...UNTIL no script selecionado, no ponto onde está o cursor.

5. APPBROWSER

O AppBrowser é uma importante ferramenta do Organizer. Ele é composto de uma janela que apresenta a árvore da aplicação com seus objetos. Clicando em qualquer objeto, pode-se visualizar as funções e atributos relacionados a este objeto.

Quando estamos escrevendo um script, um botão Copia no Script --> fica disponível nesta janela, permitindo a cópia do atributo ou função em questão para as linhas de programação, facilitando essa tarefa, veja Figura 20.

Figura 20 - Ferramenta AppBrowser.

6. REFERÊNCIA CRUZADA

A ferramenta de Referência Cruzada (Figura 21) permite visualizar em que locais os objetos indicados são referidos, facilitando a tarefa de configuração e depuração de aplicações.



Figura 21 - Referência Cruzada.

7. TAG's

A supervisão de um processo com o Elipse-SCADA ocorre através da leitura de variáveis de processos no campo. Os valores dessas variáveis são associados a objetos do sistema chamados Tag's.

Para cada objeto inserido na tela, devemos associar pelo menos um Tag ou atributo. Os tag's são todas as variáveis (numéricas ou alfanuméricas) envolvidas num aplicativo.

Os atributos são dados fornecidos pelo Elipse-SCADA sobre parâmetros de sistema e componentes da aplicação. Como exemplo, podemos considerar um tag a temperatura de um forno. Um de seus atributos poderia ser o nível de alarme a partir do qual deva ser acionada uma sirene. O valor do tag ou do atributo associado poderá por exemplo, ser mostrado pelos objetos de animação em uma tela, ser utilizado em cálculos em um script, ser modificado através de ações do operador e entre outras possibilidades.

Ao criar tag's, o usuário poderá organizá-los livremente em grupos, de forma a facilitar a procura e identificação durante o processo de configuração.

Para a criação de um grupos, basta selecionar o item Tag's no Organizer e clicar em Novo Grupo. Você pode criar grupos dentro de outros grupos, sem restrições. Para modificar a hierarquia dos grupos e mudá-los de posição (por exemplo, incluir um grupo em outro grupo) basta arrastar o grupo em questão para o lugar desejado.

8. CRIANDO TAG's

Para a criação de novos tag's, basta selecionar no Organizer o item Tag's ou um grupo de tag's previamente criado e clicar em Novo Tag.

Será mostrado o quadro Criar um novo tag, onde deverá ser informado o nome do tag, a quantidade e o tipo.

Para uma quantidade maior que 1, o sistema numera automaticamente os tag's, acrescentando um número depois do nome.

Na Figura 22, mostra a tela do programa, para a criação de tag's.

Figura 22 - Criando um novo tag.

9. REGRAS PARA OS NOMES DOS TAG's

Ao especificar o nome dos tag's, algumas regras deverão ser seguidas:

- O nome não pode conter caracteres reservados, como operadores lógicos e aritméticos (+, -, *, /) e caracteres especiais (?, !, \, |, &, %, \$, #, @);
- O nome não pode conter espaço;
- O nome do tag não pode ser estritamente numérico, deverá ter uma letra inicial, pelo menos.

10. TAG DEMO

O Tag Demo é usado para a simulação de valores a partir de curvas pré-definidas ou aleatoriamente.

A geração é feita conforme o tipo de curva selecionada nos seis botões da página Geral das propriedades do tag (ver Figura 23 e Tabela 4). Tag's Demo podem ajudá-lo a testar sua aplicação ou podem ser usados, por exemplo, em um objeto de tela Animação para mostrar os quadros da animação de acordo com a variação do tag.

- Propriedades do Tag Demo.

Figura 23 - Propriedades do Tag Demo.

Tabela 4 - Propriedades do Tag Demo.

OPÇÃO	DESCRIÇÃO
Nome	Nome do tag.
Descrição	Uma breve descrição sobre o tag.
Acessar bits...	Permite desmembrar o tag em bits.
Mudar tipo para...	Permite que se mude o tipo do tag.
Tipo	Define o tipo de curva a ser usada para a variação de valores.
Limite Inferior	Define um valor mínimo limite para o valor do tag .
Limite Superior	Define um valor máximo limite para o valor do tag .
Incremento	Define o incremento para a curva do tipo “dente de serra”.
Espera	Define o número de períodos entre cada geração de valor. Por exemplo, se for 2, gera um valor a cada dois períodos. É usado junto com o atributo Período para controlar o intervalo de tempo para a variação dos dados.
Período	Define um valor em milisegundos para o período da geração de valores. É usado em conjunto com o atributo Espera.
Habilitado	Os valores são atualizados apenas quando essa opção está ligada. Caso contrário, o valor do tag permanece o mesmo.

11. PÁGINA DE ALARMES

Cada tag que é definido possui uma página de Alarmes (Figura 24 e Tabela 5), onde podem ser configurados quatro intervalos de valores e prioridades para alarmes.

Alarmes são usados para sinalizar algum evento que possa vir a ocorrer com a variável permitindo inclusive, a tomada de ações apropriadas através de scripts.

Para visualizar os alarmes configurados para um tag, você precisa inserir um objeto de tela Alarme. Este objeto pode mostrar também alarmes já ocorrido que estejam registrados em um arquivo de alarmes e outros alarmes ativos no sistema.

Para imprimir os alarmes ocorridos no sistema, você pode definir um Relatório através do Organizer e executar a função especial Print em um script. A página de alarmes dos tag's aparece quando selecionada a tab Alarmes no topo das páginas do tag.

Figura 24 - Opções de configuração de alarmes para tag's.

Tabela 5 - Propriedades de configuração de alarmes para tag's.

OPÇÃO	DESCRIÇÃO
LoLo	Alarme Baixo Crítico. Define um intervalo de valores (menor igual) onde o Tag é considerado em um estado de Alarme Baixo Crítico. É usado quando o valor do Tag está abaixo de um mínimo, ou seja, extremamente baixo.
Baixo	Alarme Baixo. Define um intervalo de valores (menor igual) onde o Tag é considerado em estado de alarme baixo. É usado quando o valor do Tag está abaixo do normal.
Alto	Alarme Alto. Define um intervalo de valores (maior igual) onde o Tag é considerado em estado de Alarme Alto. É usado quando o valor do Tag está mais alto do que o normal.

HiHi	Alarme Alto Crítico. Define um intervalo de valores (maior igual) onde o Tag é considerado em estado de Alarme Alto Crítico. É usado quando o valor do Tag é está acima de um máximo, ou seja, extremamente alto.
Valor	Define os limites para cada situação possível de alarme (lolo, low, hi, hihi).
<ul style="list-style-type: none"> Prioridade 	<ul style="list-style-type: none"> Define a prioridade para cada situação de alarme. Números pequenos indicam alta prioridade (a prioridade deve ser um número entre 0 e 999). Para um melhor controle os alarmes de maior prioridade irão aparecer em primeiro plano na janela de alarmes (Objeto de Tela Alarme).
<ul style="list-style-type: none"> Comentário 	<ul style="list-style-type: none"> Um comentário ou mensagem pode ser definido para cada alarme. Podem ser usados até 100 caracteres.
<ul style="list-style-type: none"> Mensagem de retorno 	<ul style="list-style-type: none"> Habilita o log da mensagem de retorno de alarme.
<ul style="list-style-type: none"> Grupo de alarmes 	<ul style="list-style-type: none"> Define o grupo de alarmes, cujo arquivo receberá as mensagens de ocorrências.

O intervalo entre o nível Low e High de alarme (se configurados) representa o estado de operação normal da variável. Ao ultrapassar um desses limites, a ocorrência é registrada (log) como um alarme ativo. Caso a variável retorne ao estado normal, é registrada uma ocorrência de retorno, caso esta opção esteja ativada.

12. CRIAÇÃO DE TELAS

- Uma Tela pode ser definida como uma janela para monitoramento de um processo, onde serão inseridos os objetos que farão a interface do operador com o sistema. Cada aplicação pode ter um número ilimitado de telas.
- As telas são o ponto-de-partida para a construção da interface de sua aplicação. Um bom desenho de tela garante uma compreensão melhor do processo supervisionado e utilização mais fácil dos recursos acrescentados à aplicação.
- Você pode criar uma nova tela pressionando o botão na barra de ferramentas ou usando o comando Novo (*New*) no menu Tela (*Screen*). No Organizer, quando a opção Telas é selecionada, é mostrada uma janela contendo uma lista de todas as telas da sua aplicação. Você pode criar, apagar e navegar pelas telas da aplicação utilizando os botões à direita (Criar, Deletar e Ir Para).

- Junto com estes botões existem os botões Mostrar e Esconder que permitem mostrar uma tela específica ou escondê-la durante o desenvolvimento. Para fazer isso em tempo de execução, pode-se modificar a propriedade Visible da tela. Por exemplo, é possível criar uma tela de aviso para indicar uma condição de alarme que só será mostrada quando essa condição for atingida (colocando o valor TRUE na propriedade Visible). No momento que a condição for desfeita, pode-se esconder novamente a tela.

13. PROPRIEDADES GERAIS DE TELAS

Para cada nova tela, você pode acrescentar objetos de tela, definir imagens de fundo e entre outras propriedades. Para visualizar ou editar as propriedades da tela corrente, você tem diversas maneiras:

- Clicando no botão na barra de ferramentas;
- Dando um duplo clique em um espaço vazio da tela em questão;
- Usando o comando Propriedades (*Properties*) do menu Tela (*Screen*) ou
- Quando se está editando a lista de telas que aparece ao selecionarmos o item Telas no Organizer.

A seguir temos um exemplo da guia Geral no Organizer, (Figura 25 e Tabela 6) com as propriedades de telas.

Figura 25 - Guia Geral no Organizer.

Tabela 6 - Propriedades Gerais da Tela.

OPÇÃO	DESCRIÇÃO
Nome	Define um nome para a tela corrente. Usando este nome você pode abrir a tela de qualquer parte da aplicação usando botões ou teclas de função, bem como associá-la a scripts.
Título	Define um título para a tela, usado também como sua descrição.
Nível de acesso	Define o nível de acesso para a Tela, que será verificado com o nível de acesso do usuário ao entrar na Tela.
Bitmap	Habilita / Desabilita o uso de um bitmap como fundo para a Tela corrente. Você pode usar o botão Browse para encontrar os bitmaps.
Localizar	Permite navegar na estrutura de diretórios a fim de encontrar os arquivos-imagem que serão usados como fundo para a Tela. O caminho e nome do bitmap aparecem abaixo do campo.
Cor	Define a cor de fundo para a tela corrente. Este parâmetro é usado quando não existe um bitmap selecionado ou quando o bitmap não preenche toda a Tela.

14. BANCO DE DADOS

A opção Databases (Bancos de Dados ou simplesmente BD) do Elipse-SCADA permite criar e manipular um ou mais bancos de dados usando o padrão ODBC. É possível a conexão com um banco de dados já existente ou criar um novo a partir de um assistente dentro do software.

É importante dizer que antes de utilizar um BD dentro do Elipse-SCADA, é necessário criar uma conexão ODBC para o BD desejado.

Para criar uma conexão com uma nova tabela:

- Escolha o driver ODBC que deseja usar;
- Configure o nome da conexão e o arquivo ou diretório que contém os dados;
- Crie cada um dos campos, escolhendo nome, tipo de dado e tamanho;
- No Organizer, aparecerá a tabela criada e seus respectivos campos, que poderão ser modificados usando as funções especiais do ODBC nos scripts.

Para criar uma conexão com um banco de dados já existente:

- Crie o banco de dados. No caso do Excel, deve-se utilizar a primeira linha de cada coluna como o nome do campo;
- Selecione a linha de cabeçalho (com o nome dos campos) e na caixa de nome, coloque um nome para essa tabela;
- Feche o banco de dados;
- No Organizer, em Databases, escolha “Conectar a uma tabela já existente”, pressione o botão Novo e escolha o driver ODBC que deseja usar;
- Escolha o diretório onde está o banco de dados;
- Na árvore devem aparecer a tabela e seus respectivos campos;
- Consulte o manual para saber mais sobre Bancos de Dados.

CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO DO PROJETO - IMPLMEN- TAÇÃO E SIMULAÇÃO

Descreve-se abaixo os passos da implementação do projeto:

3.1 - IMPLEMENTAÇÃO DO NÍVEL 0 NO PROTOBOARD

A Figura 26 representa o diagrama funcional tanto da bomba 1 como da bomba 2. A lógica deste diagrama é realizada por contatos auxiliares dos contatores e dos relés de níveis.

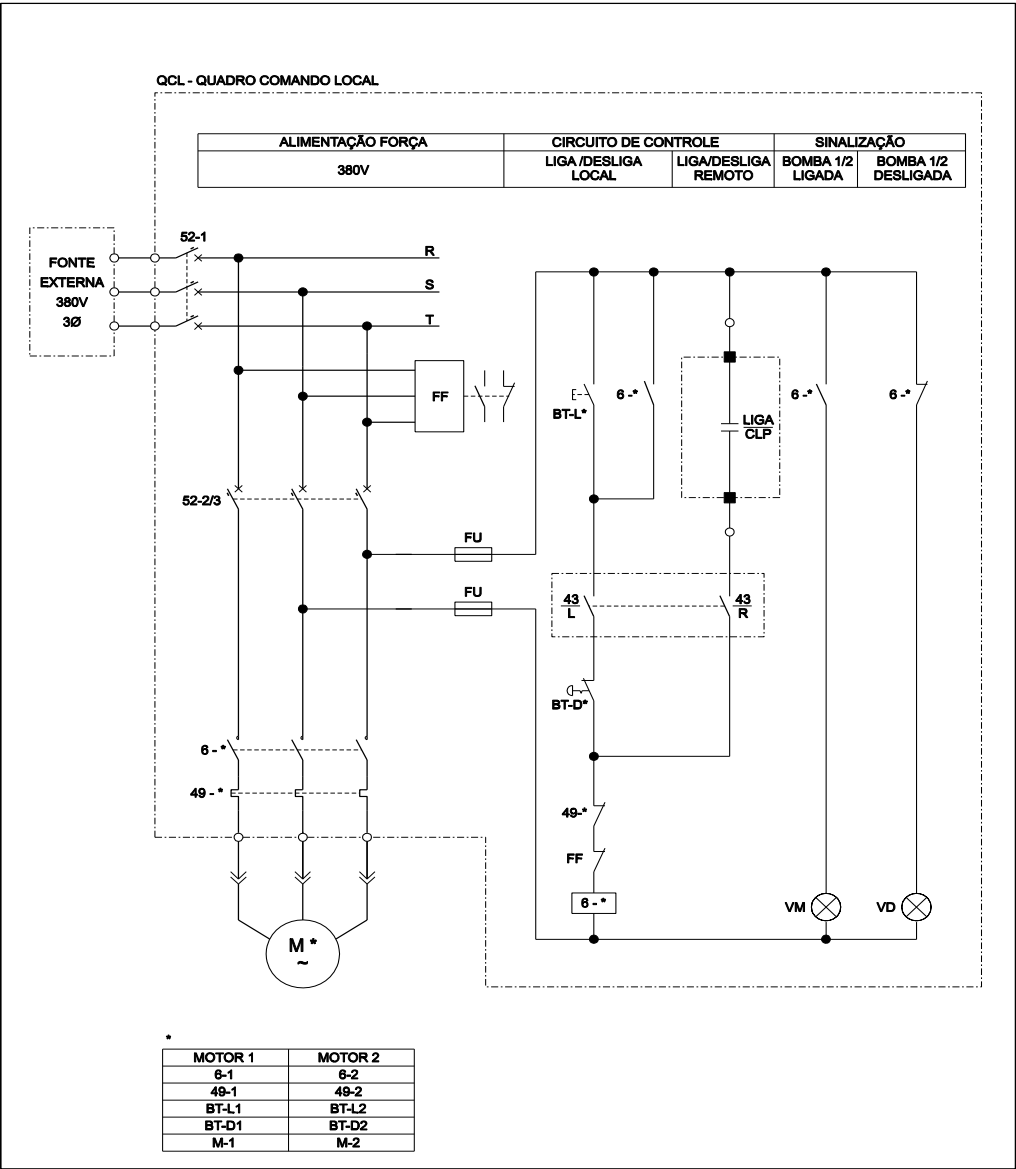


Figura 26 - Diagrama de Força e Controle Bombas 1 e 2.

O diagrama da Figura 26 possui um acionamento manual local e remoto.

- Acionamento manual local:

Para o acionamento manual local da bomba 1 ou 2, a chave (43L/R) deve estar na posição “Local”, os motores 1 e 2 deverão estar alimentados ou seja o relé de fase FF não atuado, é o relé 49-1/2 que é a proteção térmica, do motor não atuada.

Com estas pré-condições satisfeitas e através da botoeira liga (BT-L1 ou 2) a bomba 1/2 é ligada. Após esta ação a bobina do contator 6-1/2 é energizada e seus contatos NA (normalmente abertos) fecham e os NF (normalmente fechados) abrem, fazendo com que a sinalização verde apaga (bomba 1/2 desligada) e sinalização vermelha acende (bomba 1/2 ligada). Para desligar é só acionar a botoeira desliga (BT-D1/2), [1] e [2].

- Acionamento remoto:

É um “espelho” do acionamento manual local, porém a lógica dos comandos é realizada no software.

Para o acionamento remoto da bomba 1 ou 2, a chave (43L/R) deve estar na posição “Remoto”, os motores 1 e 2 deverão estar alimentados, ou seja o relé de fase FF não atuado, o relé 49-1/2 que é a proteção térmica do motor, não atuada, o nível baixo do reservatório inferior não atuado e o nível baixo do reservatório superior atuado, estes dois últimos intertravamentos serão lógicos e podem ser vistos no diagrama *Ladder*, no apêndice II). Com estas pré-condições satisfeitas e através de um comando do (CLP) via sistema, a bomba 1 ou 2 é acionada. O desligamento será automático através dos níveis (quando o reservatório superior estiver cheio ou reservatório inferior estiver atingido o nível baixo) ou por defeito nas bombas, [7] e [9].

Para simulação dos sinais de campo nos testes de plataforma foi utilizado um protoboard, ver Figura 28 [13], onde foram instaladas 16 (dezesesseis) chaves on-off. Ver Apêndice I, Figura 38.

Cada chave on-off representa individualmente uma entrada digital de um componente do diagrama funcional da Figura 1, que foram conectados ao CLP, para facilitar e testar a parametrização.

Discriminamos na Figura 27 a identificação das funções das citadas chaves do protoboard:

O objetivo deste projeto não é simular comandos no nível 0, por se tratar de comandos convencionais. Cabe a este trabalho explicar sobre o comando e a supervisão automatizados via lógica do software Mastertool (CLP).

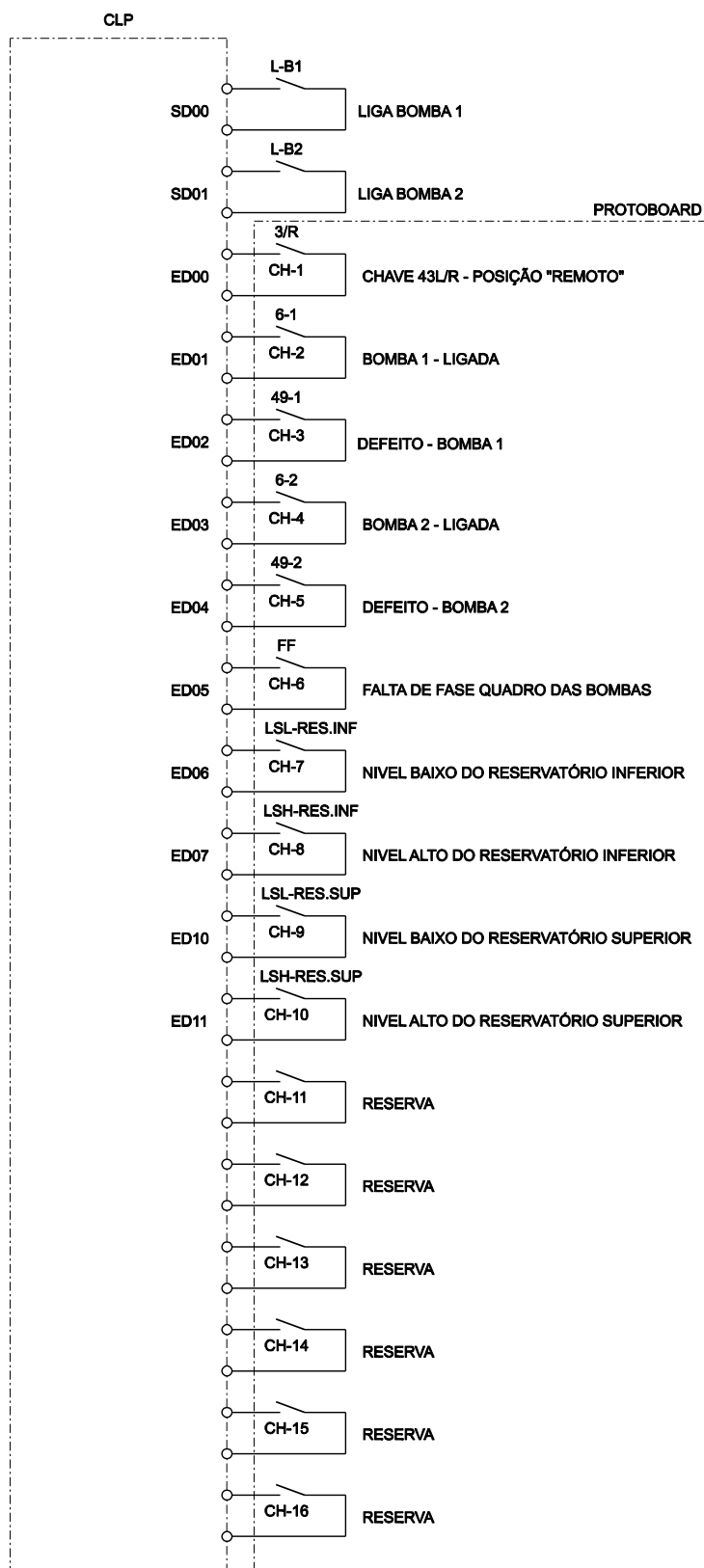


Figura 27 - Sinais enviados para o Controlador Lógico Programável (CLP) e Chaves do Protoboard.

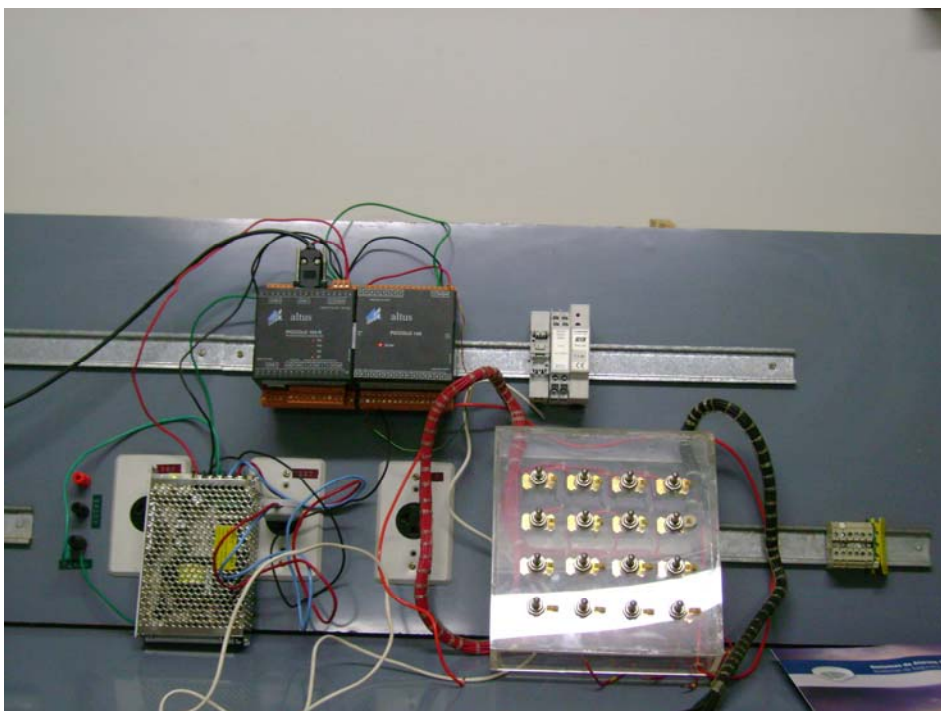


Figura 28 - Foto do Protoboard.

3.2 - IMPLEMENTAÇÃO DO NÍVEL 1

Para a configuração e programação dos sinais conectados ao (CLP), foi utilizado o programa Mastertool [10]. O Mastertool é um programa em linguagem *Ladder*, conforme já descrito no capítulo 2 ítem 2.2.2, ver Apêndice I, Figura 39 [13].

Passos para o início da programação:

1. Abrir o programa;



MasterTool Programming.Ink

2. Selecionar o tipo do CLP (PL104), conforme Figura 29;

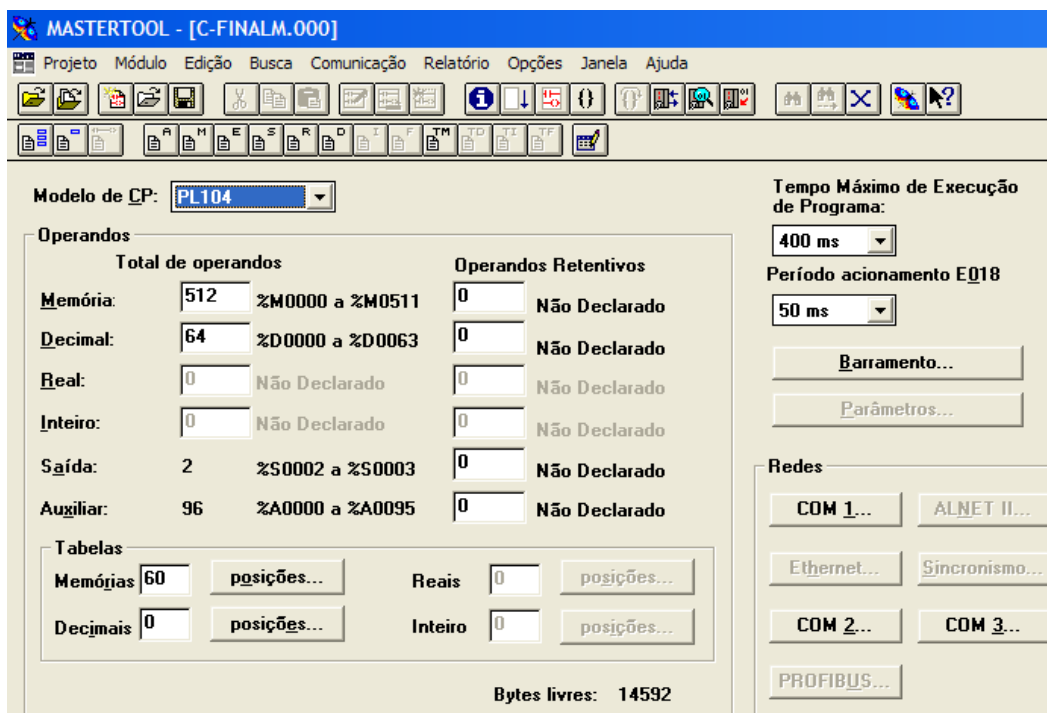


Figura 29 - Tela de Seleção do tipo de CLP.

- No Menu Relatório → Operandos → clicar em E_S. Com isso entra-se na tela de “Tag’s e descrição das Entradas e Saídas”. Com esta tela ativa, digitamos os tag’s das entradas e saídas digitais e a lista de sinais já está criada. Esta lista de sinais está descrita também na Figura 27 e na tela deste projeto na Figura 30. Ver Apêndice II.

MASTERTOOL - Tags de Entradas e Saídas - Total de descrições e linhas: 12/28					
Projeto Módulo Edição Busca Comunicação Relatório Opções Janela Ajuda					
Tags de Entradas e Saídas - Total de descrições e linhas: 12/28					
	U	Tag	Descrição	Wire-Info	Supervisão
%E0000					▼
%E0000.0	*		CHAVE EM REMOTO BOMBAS		▼
%E0000.1	*		BOMBA 1 - LIGADA		▼
%E0000.2	*		DEFEITO BOMBA 1		▼
%E0000.3	*		BOMBA 2 - LIGADA		▼
%E0000.4	*		DEFEITO BOMBA 2		▼
%E0000.5	*		FALTA DE FASE QUADRO BOMB		▼
%E0000.6	*		NÍVEL BAIXO DO RESERVATÓRI		▼
%E0000.7	*		NÍVEL ALTO DORESERVATÓRIO		▼
%E0001					▼
%E0001.0	*		NÍVEL BAIXO DO RESERVATÓRI		▼
%E0001.1	*		NÍVEL ALTO DO RESERVATÓRIO		▼
%E0001.2					▼
%E0001.3					▼
%E0001.4					▼
%E0001.5					▼
%E0001.6					▼
%E0001.7					▼
%S0002					▼
%S0002.0	*		LIGA BOMBA 1		▼
%S0002.1	*		LIGA BOMBA 2		▼
%S0002.2					▼
%S0002.3					▼
%S0002.4					▼
%S0002.5					▼

Figura 30 - Tag's de Entradas e saídas

- No menu Relatório → Operandos → clicar em Auxiliar.Com isso entra-se na tela de “Tag's Auxiliares”. Basta digitar os tag's auxiliares e a lista de tag's auxiliares estará criada, (Figura 31). Ver Apêndice II.

MASTERTOOL - Tags de Auxiliares - Total de descrições e linhas: 5/104				
Projeto Módulo Edição Busca Comunicação Relatório Opções Janela Ajuda				
Tags de Auxiliares - Total de descrições e linhas: 5/104				
	U	Tag	Descrição	Supervisão
%A0000				▼
%A0000.0	*		Auxiliar Controle Manual Bombas	▼
%A0000.1	*		Auxiliar de 60s da Bomba 1	▼
%A0000.2	*		Auxiliar de 60min da Bomba 1	▼
%A0000.3			Auxiliar de 60s da Bomba 2	▼
%A0000.4	*		Auxiliar de 60min da Bomba 2	▼
%A0000.5				▼

Figura 31 - Tag's Auxiliares

- No menu Relatório → Operandos → clicar em Memória . Com isso entra-se na tela de “Tag's de Memórias”. Estes tag's foram criados para armazenar os sinais das listas de entradas e saídas digitais e da lista auxiliar, (Figura 32).

MASTERTOOL - Tags de Memórias - Total de descrições e linhas: 34/560				
Projeto Módulo Edição Busca Comunicação Relatório Opções Janela Ajuda				
Tags de Memórias - Total de descrições e linhas: 34/560				
	U	Tag	Descrição	Supervisão
%M0000				▼
%M0000.0			CHAVE EM REMOTO BOMBAS	▼
%M0000.1			CONTROLE MANUAL BOMBAS	▼
%M0000.2			CONTROLE AUTOMÁTICO BOMBAS	▼
%M0000.3			BOMBA 1 - LIGADA	▼
%M0000.4			DEFEITO BOMBA 1	▼
%M0000.5			BOMBA 1 - SELECIONADA	▼
%M0000.6			BOMBA 2 - LIGADA	▼
%M0000.7			DEFEITO BOMBA 2	▼
%M0000.8			BOMBA 2 - SELECIONADA	▼
%M0000.9			DEFEITO ELÉTRICO QUADRO BOMBAS	▼
%M0000.a			FALTA DE FASE QUADRO BOMBAS	▼
%M0000.b			SITUAÇÃO CRÍTICA NO SISTEMA	▼
%M0000.c			TEMPO MANUTENÇÃO PREVENTIVA BOMBA 1	▼
%M0000.d			TEMPO MANUTENÇÃO PREVENTIVA BOMBA 2	▼
%M0000.e				▼
%M0000.f				▼
%M0001				▼
%M0001.0			NÍVEL BAIXO DO RESERVATÓRIO INFERIOR	▼
%M0001.1			NÍVEL ALTO DO RESERVATÓRIO INFERIOR	▼
%M0001.2			NÍVEL BAIXO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR	▼
%M0001.3			NÍVEL ALTO DO RESERVATÓRIO SUPERIOR	▼
%M0001.4			DEFEITO NAS BÓIAS DO RESERVATÓRIO INFERIOR	▼
%M0001.5			DEFEITO NAS BÓIAS DO RESERVATÓRIO SUPERIOR	▼
%M0001.6				▼

Figura 32 - Tag's de Memórias.

6. Geração do diagrama *Ladder*: a geração do diagrama *Ladder* é realizada para cada nível de lógica. Este diagrama reproduz digitalmente o diagrama funcional da Figura 26 e os intertravamentos lógicos citados no item 3.1 - acionamento remoto.

Os níveis de lógica desenvolvida para o comando e supervisão das bombas foram os seguintes:

- Lógica 000 - Seleção do modo de controle em “manual”;
- Lógica 001 - Seleção do modo de controle em “automático”;
- Lógica 002 - Bomba 1;
- Lógica 003 - Tempo de funcionamento da bomba 1;
- Lógica 004 - Tempo de manutenção preventiva da bomba 1;
- Lógica 005 - Bomba 2;
- Lógica: 006 - Tempo de funcionamento da bomba 2;
- Lógica: 007 - Tempo de manutenção preventiva da bomba 2;
- Lógica: 008 - Chaves de bóias;
- Lógica: 009 - Alarmes;
- Lógica: 010 - Alarmes de defeito nas chaves de bóias;
- Lógica: 011 - Seleção da Bomba 1;
- Lógica: 012 - Seleção da Bomba 2;
- Lógica: 013 - Nenhuma bomba disponível;
- Lógica: 014 - Ligar bomba 1;
- Lógica: 015 - Desligar bomba 1;
- Lógica: 016 - Desligar bomba 1;
- Lógica: 017 - Ligar bomba 2;
- Lógica: 018 - Desligar bomba 2;
- Lógica: 019 - Desligar bomba 2.

Cada uma destas lógicas estão detalhadas no diagrama *Ladder* no Apêndice II, bem como toda a parametrização gravada, utilizando a saída gráfica do CLP.

A seguir será descrito a lógica: 001, para demonstrar como foi executado as lógicas deste projeto.

Lógica 001 - Seleção do modo de controle em “automático” as pré-condições para a execução desta lógica são as seguintes:

- %M0000.0 - Chave 43L/R na posição remota;
- %M0010.1 - Comando controle automático bombas;
- %M0000.1 - Controle manual bombas;
- %M0000.2 - Controle automático bombas.

No menu Módulo → Novo → Criar Módulo → Módulo Principal → clicar OK, a tela do diagrama *Ladder* é ativada. O próximo passo é clicar no ícone desejado e abrirá a tela menor (Figura 33), adicionar o endereço lógico (%M0000.0) e clicar em OK . O primeiro contato será inserido. E para os demais o procedimento é similar. No apêndice II, mostra este diagrama com maiores detalhes.

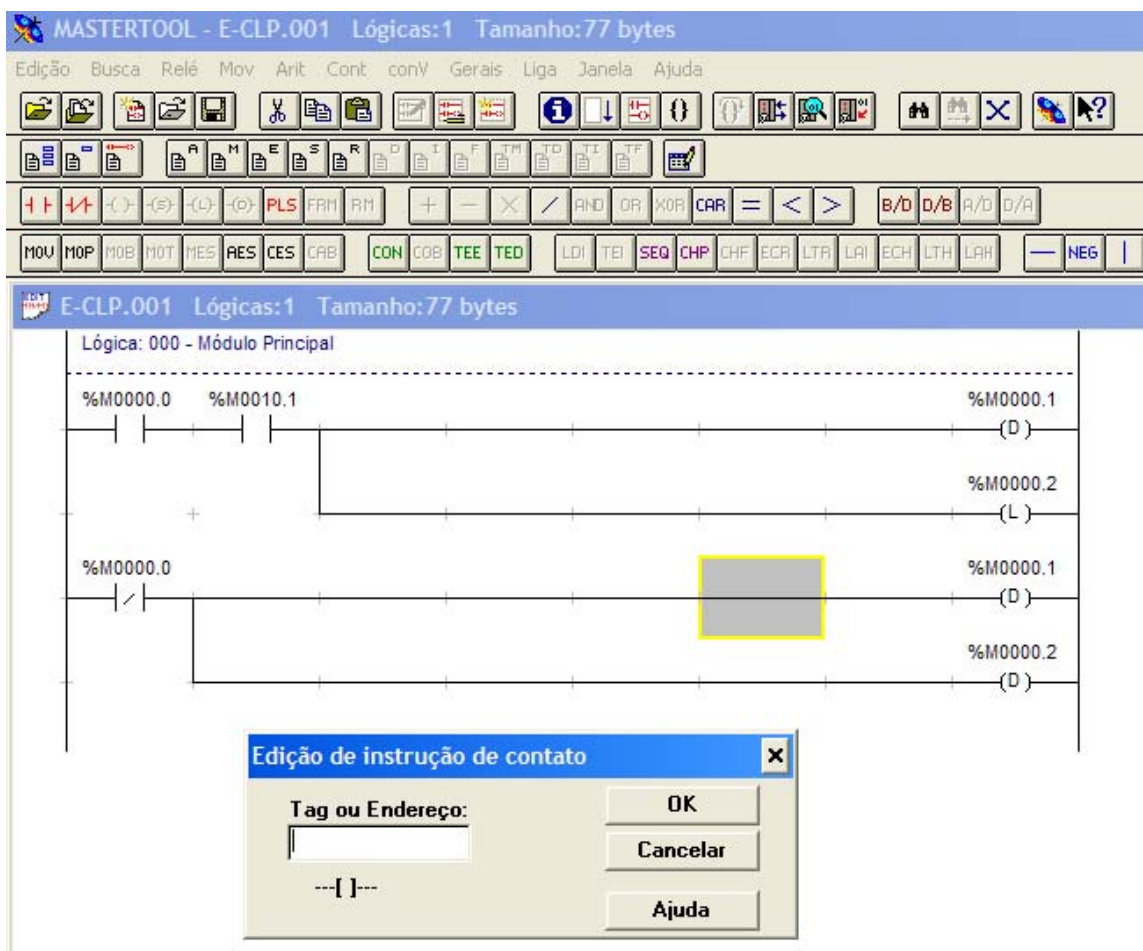


Figura 33 – Diagrama *Ladder*

Após programação do CLP o mesmo é conectado fisicamente a estação de operação (computador), via uma rede serial.

A interface de comunicação do (CLP) com o computador é feita da seguinte maneira: o CLP da série Piccolo possuem interface de comunicação serial com o protocolo ALNET I, permitindo a sua ligação na rede ALNET I.

A rede de comunicação ALNET I é uma rede de comunicação mestre-escravo com transmissão serial de dados.

Rede de comunicação mestre-escravo é a rede de comunicação onde as transferências de informações são iniciadas somente a partir de um único nó (o mestre da rede) ligado ao barramento de dados. Os demais nós da rede (escravos) apenas respondem quando solicitados.

3.3 - IMPLEMENTAÇÃO DO NÍVEL 2

Para iniciar a programação no Elipse-SCADA foi executado os seguintes passos [6], (os procedimentos detalhados estão citados no capítulo 2 item 2.3 - tutorial da utilização do Elipse-SCADA):

1. Abrir o programa;



Elipse SCADA.Ink

2. No menu Arquivo → clicar Organizer. A tela da ferramenta Organizer é ativada, para a configuração do driver e protocolo de comunicação com o CLP, neste caso o CLP é Altus e o protocolo de comunicação Alnet I, conforme descrito no capítulo 2 item 2.2, (Figura 34);

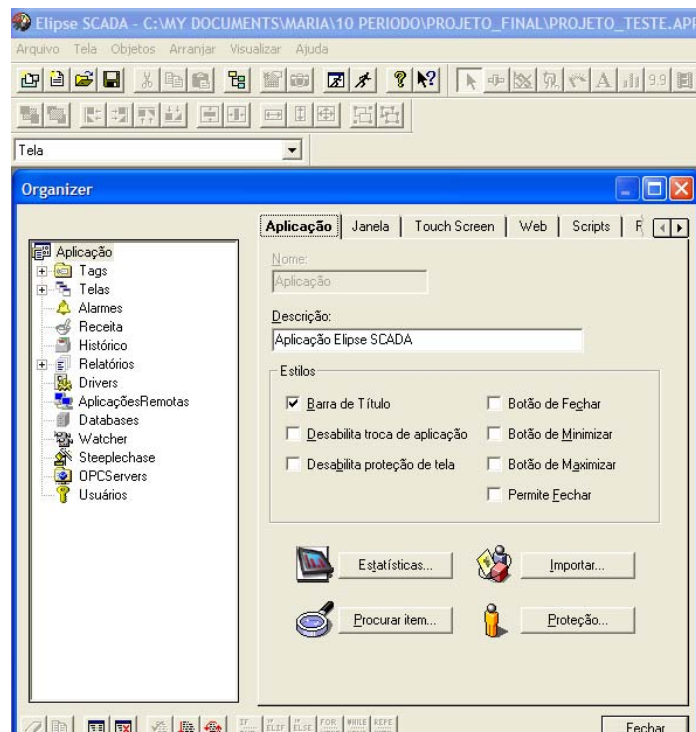


Figura 34 – Tela da Ferramenta Organizer.

Criação de tag's:

A supervisão do processo ocorre através da leitura de variáveis de processos no campo. Os valores dessas variáveis são associados a objetos do sistema chamados Tag's.

Para cada objeto inserido na tela, associamos um Tag. Estes tag's são as variáveis (numéricas ou alfanuméricas) envolvidas no aplicativo.

3. Organizer → Aplicação → Tags → clicar Novo_Tag, com a janela ativa e só criar o novo tag. A Figura 35 exibe um tag do sistema projetado. Para os demais tag's o procedimento é o mesmo.

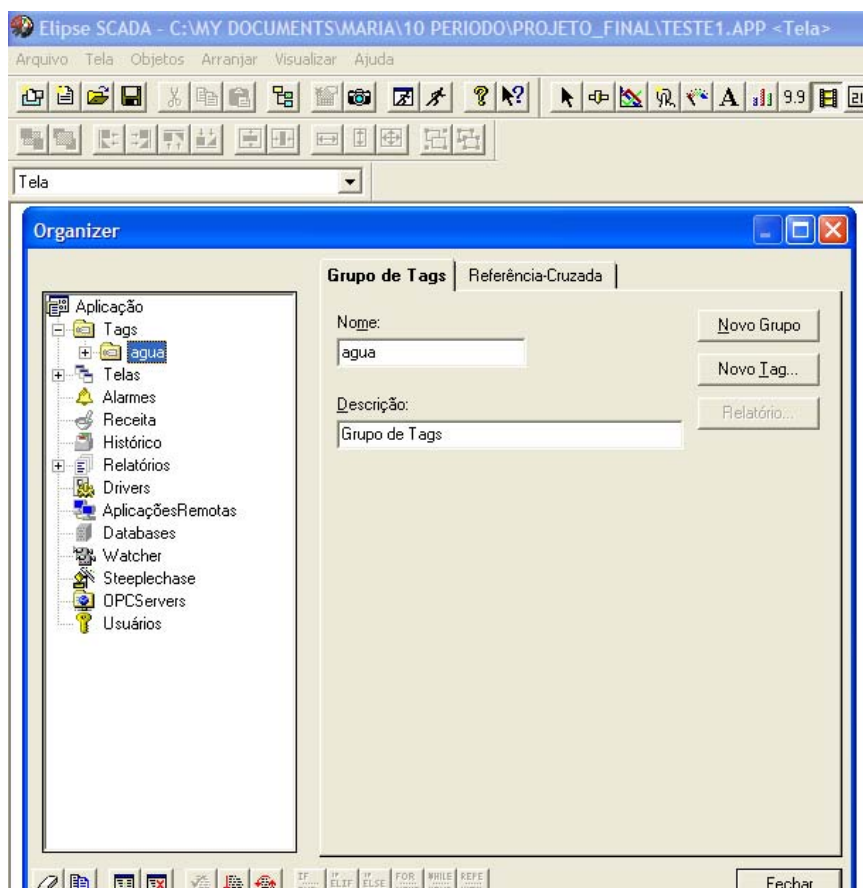


Figura 35 – Tela para Criação de Tag's.

4. No Organizer → Aplicação → Telas → clicar Novo, cria-se a tela, Na Figura 36 mostra a tela do processo em questão.

No Organizer → Aplicação → Telas → clicar Novo → clicar Ir_Para → Barra de Ferramentas e começar a desenhar a tela com os ícones disponíveis na Barra de Ferramentas.

Para geração destas telas também foi utilizado o banco de dados (Databases) do Elipse-SCADA, pelo caminho: Organizer → Aplicação → clicar DataBases

A tela foi criada para monitoramento do processo, onde foram inseridos os objetos que fazem a interface do operador com o sistema.

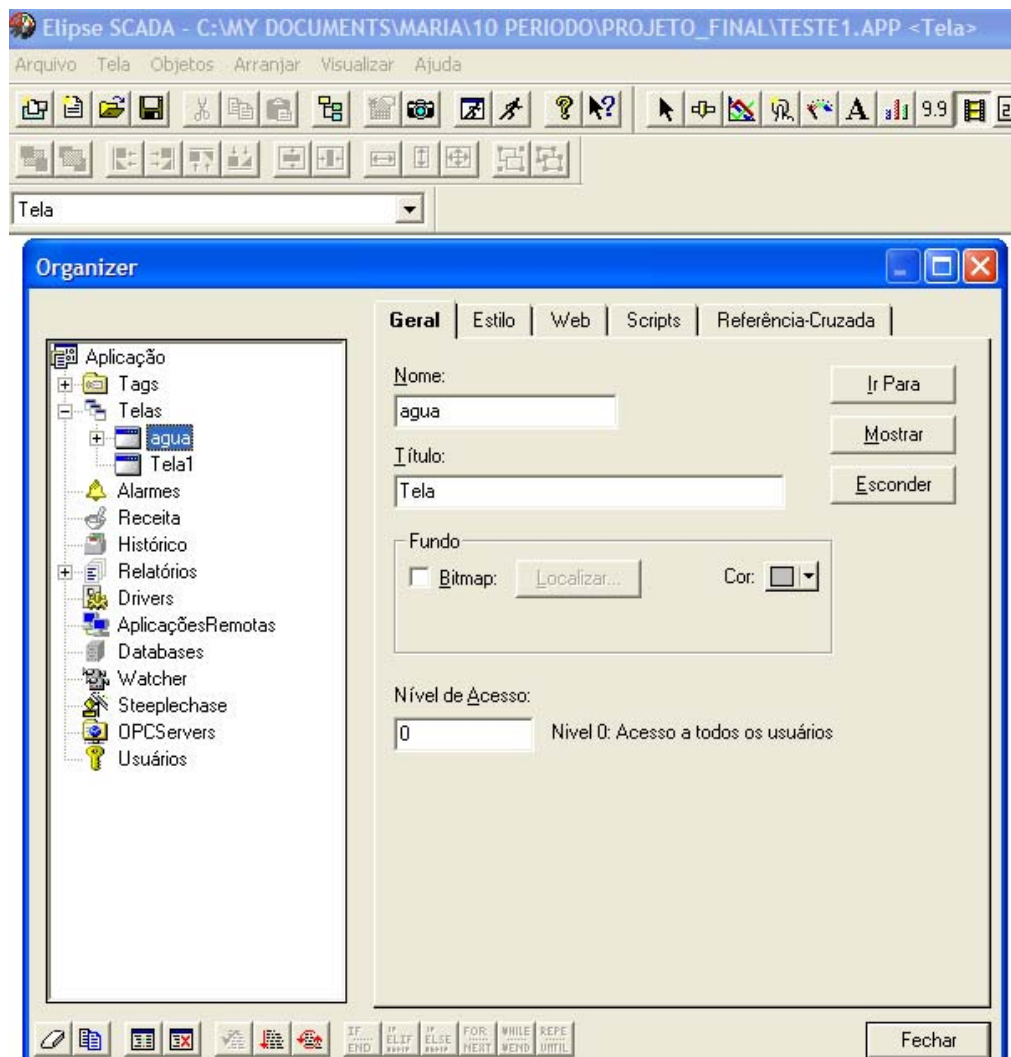


Figura 36 - Tela para Criação de Telas.

5. Para geração da tela basta acessar a barra de ferramentas e clicar no ícone “Roda Aplicação” ou (F10) e a tela será ativada, conforme Figura 37.

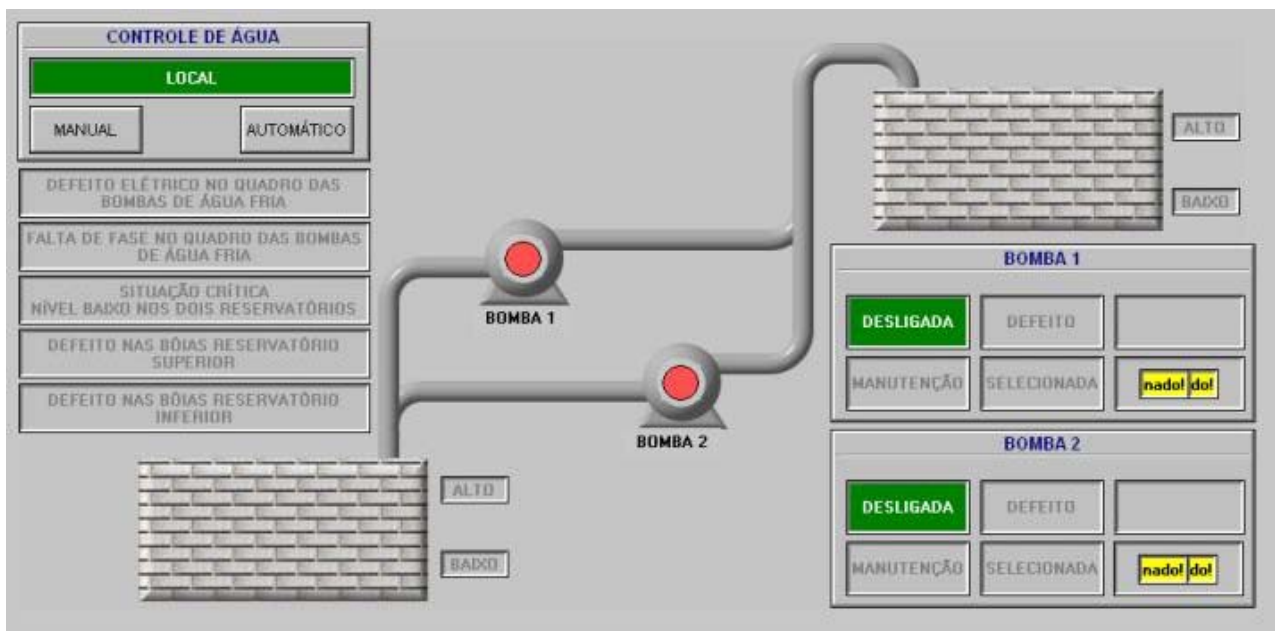


Figura 37 - Tela Gerada pelo Software Elipse-SCADA..

6. Descrição da tela de supervisão e controle

A esquerda da tela vai selecionar:

- Comando “local”;
- Comando “manual”.
- Comando “automático”.

A esquerda da tela vai sinalizar:

- Defeito elétrico no quadro das bombas;
- Falta de fase no quadro das bombas;
- Situação crítica - nível baixo nos dois reservatórios;
- Defeito nas bóias - reservatório superior;
- Defeito nas bóias - reservatório inferior.

A esquerda da tela está indicando:

- Reservatório inferior;
- Nível alto;
- Nível baixo.

No centro da tela está indicando:

- Bomba 1;
- Bomba 2.

A direita da tela está indicando:

- Reservatório superior;
- Nível alto;
- Nível baixo.

A direita da tela está indicando – Bomba 1:

- Desligada;
- Com defeito;
- Liga/desliga;
- Manutenção;
- Seleccionada;
- Horas/minutos de funcionamento.

A direita da tela está indicando – Bomba 2:

- Desligada;
- Com defeito;
- Liga/desliga;
- Manutenção;
- Seleccionada;
- Horas/minutos de funcionamento.

4 – CONCLUSÕES

4.1 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema supervisorio projetado após a simulação apresentou os seguintes resultados:

a) Atendimento aos requisitos iniciais do projeto:

- Aquisição dos pontos de entradas e saídas: todos os pontos indicados na relação prevista pelo projeto, foram adquiridos pelo CLP com sucesso;
- Implantação da lógica prevista para funcionamento do sistema: a lógica implementada atendeu a todos os requisitos previstos no projeto;
- Implementação da tela de controle, supervisão e alarmes do projeto: a tela gerada atendeu a todos os requisitos previstos para operação, supervisão e controle de todo o processo.

b) Facilidades Operacionais esperadas quando da implantação do Sistema:

- Tendo em vista a constatação que a Interface Homem Máquina (IHM) implementada é bastante amigável, julgamos que quando implantada, obter-se-á uma operação simples e correta por parte dos futuros operadores;
- Também, acreditamos que os erros operacionais serão bastante reduzidos, em relação a um sistema de operação convencional;
- O sistema oferecerá através de sua tela a posição on-line de todos os componentes da instalação, incluindo também os alarmes de operação da proteção, os tempos de operação de cada uma das bombas e a posição dos níveis dos reservatórios.

4.2 - DIFICULDADES ENCONTRADAS

A seguir, as principais dificuldades encontradas:

- Construção e montagem de um equipamento que simulasse os pontos de entrada do CLP: pela experiência adquirida em outros testes de plataforma, foi desenvolvido e montado o protoboard que tivesse um número de chaves iguais ao número de entradas do CLP;

- Escolha do CLP: dentre vários CLP's existentes no mercado, após pesquisa entre os diversos fabricantes optou-se pelo Piccolo da ALTUS, que além de ser um dos poucos fabricantes inteiramente brasileiro, ofereceu um suporte técnico que atendeu prontamente e solucionou as dificuldades encontradas.
- Parametrização do CLP: através da utilização do *software Mastertool* e dos diagramas *LADDER*: esta parametrização, tendo em vista desconhecimento pessoal do software do fabricante ALTUS, apresentou níveis de dificuldades iniciais bastante grandes, obrigando a uma constante consulta ao suporte do citado fabricante.

4.3 - PROPOSTAS PARA PROJETOS FUTUROS:

Cada vez mais o controle do consumo da água principalmente em grandes condomínios é economicamente importante.

Com a implantação de medidores individuais por apartamento, situados em locais distantes do mesmo, sugeriria uma supervisão automatizada e on-line do consumo em cada apartamento. Este consumo poderia ser monitorado pelo sistema já desenvolvido de supervisão das bombas.

Poder-se-ia inserir através das televisões de cada apartamento a medição e o custo on-line do consumo de água. No futuro também poder-se-ia agregar o consumo de energia e até a posição dos elevadores. As aplicações futuras são infindáveis, utilizando o mesmo sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS

- [1] - CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 14a. Edição Revisada e atualizada, Rio de Janeiro. Editora LTC, 2000.
- [2] - NILSON, James W., RIEDEL, Susan A. **Circuitos Elétricos**. 10a. Edição, Rio de Janeiro. Editora Prentice Hall, 2004.
- [3] - M. Filho, S. **Medição de Energia**. 4a. Edição, Editora LTC, 2003.
- [4] - Autocon Automação e Controle Ltda: <http://www.autocon.eng.br/autonews/artigo.htm>, acesso em agosto de 2007.
- [5] - Seleções e Aplicações de Motores Elétricos - Siemens, 2006.
- [6] - Elipse software: <http://www.elipse.com.br/produtos>, acesso em setembro de 2007.
- [7] - <http://www.weg.com.br/index.htm> , acesso em setembro de 2007.
- [8] - <http://www.siemens.com.br>, acesso em outubro de 2007.
- [9] - <http://www.heading.com.br/conteudo/solucoes/funcao/funcoes.htm>, acesso: em outubro de 2007.
- [10] - <http://www.altus.com.br/>, acesso em novembro de 2007.
- [11] - <http://www.nivetec.com.br/htm/chnivelboiamagnetica.htm>, acesso em novembro de 2007.
- [12] - <http://www.eletrotec.pea.usp.br/files/15>, acesso em novembro de 2007.
- [13] - Laboratório da CLG Engenharia e Consultoria de Automação LTDA.

APÊNDICE I

- Fotos da montagem e simulações:

As Figuras 38 a 40 [13], mostram a montagem do (CLP) na bancada de testes, a conexão com o protoboard e da instalação do software Elipse-SCADA no computador.

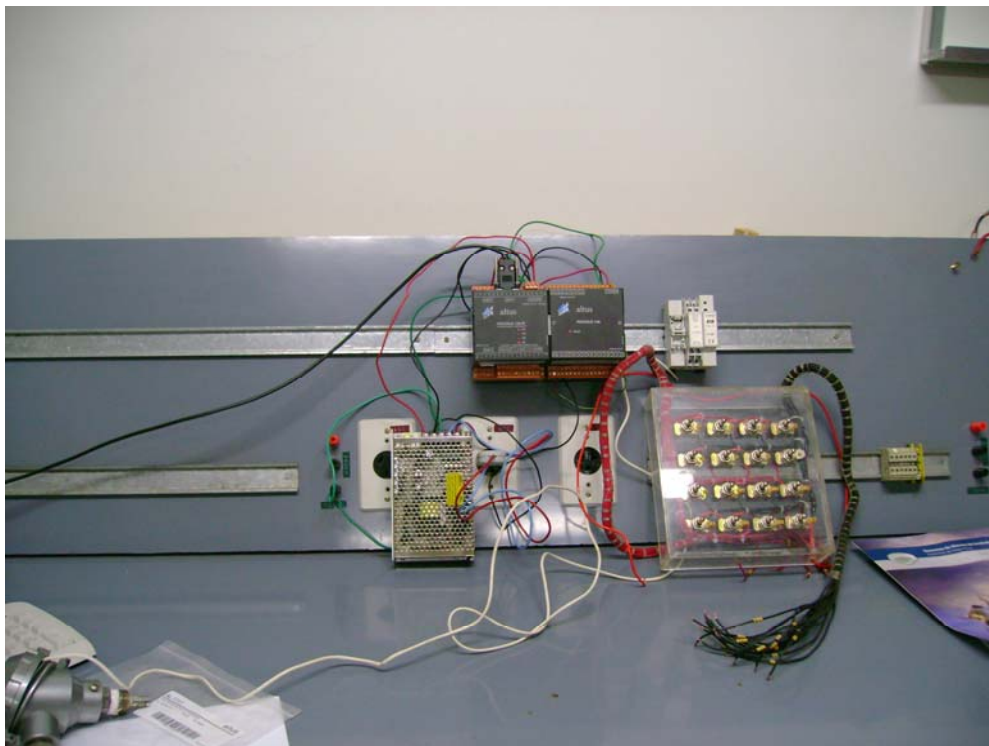


Figura 38 - Foto do protoboard e CLP, na bancada de testes.

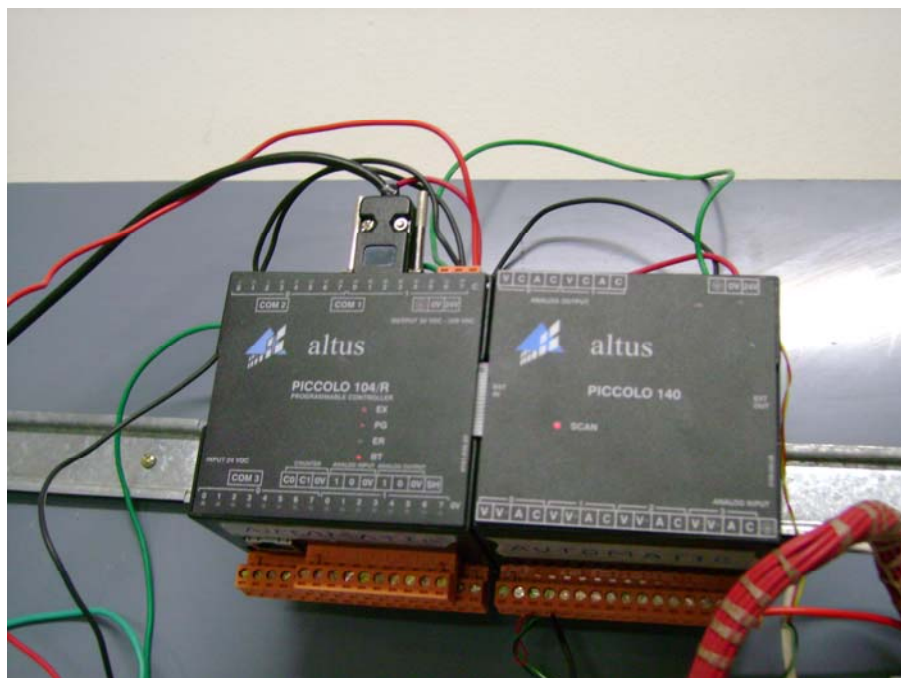


Figura 39 - Foto do Controlador Lógico Programável, na bancada de testes.

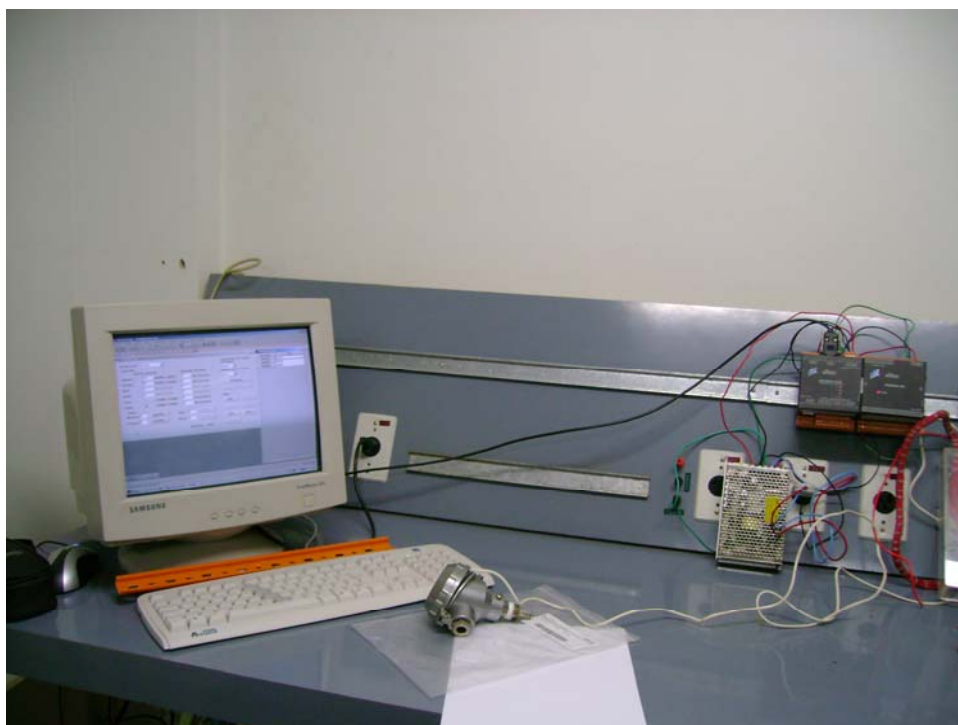


Figura 40 - Foto do software Eclipse-SCADA instalado no computador.

APÊNDICE II

Saída gráfica do software Mastertool:

- Folhas de 70 - E-CLP.001 – Principal;
- Folha 71 - Lista de Tag's e descrição dos Operandos Entradas/Saídas;
- Folha 72 - Lista de Tag's e descrição dos Operandos – Auxiliar;
- Folhas de 73 a 75 - Lista de Tag's e descrição dos Operandos - Memória;
- Folhas 76 a 85 - E-CLP.001 Controle do Sistema de Água;
- Folhas 86 e 87 - Referência Cruzada de Operandos do Tipo Entrada/Saída;
- Folhas 88 - Referência Cruzada de Operandos do Tipo Auxiliar;
- Folhas 89 a 95 - Referência Cruzada de Operandos do Tipo Memória.